TM StepDrive 1x24..48V/5A

Schrittmotormodul für SIMATIC®ET 200®SP

Manual 1302-A008 DE

phytron
a step ahead

TM StepDrive 1x24..48V/5A

für SIMATIC®ET 200®SP

Modulbeschreibung
und Inbetriebnahme

ORIGINAL BETRIEBSANLEITUNG

Version	Inhalt
8	Betriebsart korrigiert (8.2.5/8.2.7); RUN LED, digitale Eingänge
7	Betrieb mit niederinduktivem Motor
6	Filter; Taktsynchronität
5	Gleichtaktunterdrückungsfilter Anschluss
4	Produktfoto, Abbildungen, Spannungsversorgung (S.33)
3	EMV-Filter, Ergänzungen Warnhinweise
2	Temperaturverhalten
1	neu

© 2022

Alle Rechte bei:

Phytron GmbH

Industriestraße 12

82194 Gröbenzell, Deutschland

Tel.: +49(0)8142/503-0

Fax: +49(0)8142/503-190

Im vorliegenden Handbuch finden Sie die Funktionsbeschreibungen und die technischen Daten des ET 200SP-Moduls für Positionieraufgaben eines Schrittmotors:
TM StepDrive 1x24..48V/5A (phytron 10020273).

Das Handbuch ist ein ergänzender Band zum Systemhandbuch *SIMATIC ET 200SP Dezentrales Peripheriesystem.*

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr. Wir behalten uns im Interesse unserer Kunden vor, Verbesserungen und Berichtigungen an Hardware, Software und Dokumentation jeder Zeit ohne Ankündigung vorzunehmen.

Für Anregungen und Kritik sind wir dankbar. E-Mail-Adresse: doku@phytron.de.

Bei Fragen zur Nutzung des im Handbuch beschriebenen Produkts, die Sie hier nicht beantwortet finden, wenden Sie sich bitte an Ihren Phytron-Ansprechpartner (http://www.phytron.de) in den für Sie zuständigen Vertretungen.

Weitere Manuals

Alle aktuellen Handbücher zu den SIMATIC-Produkten stehen im Internet kostenlos zum Download zur Verfügung:
(https://support.industry.siemens.com/cs/?lc=de-DE)

Hilfreiche Dokumentation zur Inbetriebnahme des Technologiemoduls TM StepDrive-5 A-48 V in der Sie ausführliche Informationen zu Hardware-Konfiguration, Aufbau, Verdrahtung, Inbetriebnahme, Diagnose und den technischen Daten des dezentralen Peripheriesystems ET 200SP finden:

– Systemhandbuch Dezentrales Peripheriesystem ET 200SP
(https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/58649293?c=76156021003&t=1&s=BaseUnit&lc=de-DE)

– Gerätehandbücher Interfacemodul
(https://support.industry.siemens.com/cs/products?dtp=Manual&pnid=14034&lc=de-DE)

– Gerätehandbuch zur ET 200SP BaseUnit 6ES7-193-6BP20-0BB1 kompatibel mit dem TM StepDrive-5 A-48 V ET 200SP BaseUnits
(https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/59753521?c=72851856267&t=1&s=ET 200SP BaseUnit&lc=de-DE)

– Funktionshandbuch SIMATIC PROFINET mit STEP 7
(https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/49948856?c=73850691339&t=1&s=PROFINET with STEP 7 V13 SP1&lc=de-DE)

Inhaltsverzeichnis

1 TM StepDrive 1x24..48V/5A 6
1.1 Kurzer Überblick 6
1.2 Die wichtigsten Leistungsmerkmale des Technologiemoduls StepDrive im Überblick: 7
1.3 Überblick über die Datenschnittstellen.....8
1.4 Richtlinien und Normen 9
1.5 Konformitätserklärung 10
2 Vor der Installation zu beachten 11
2.1 Qualifiziertes Personal.....11
2.2 Sicherheitshinweise.....11
2.3 Einsatzbedingungen.....13
3 Sicherheitskonzept 14
3.1 Sicherheitsmaßnahmen.....14
3.2 Maßnahmen zur EMV.....15
3.3 Schirmung 16
4 Technische Daten 17
4.1 Mechanische Daten.....17
4.2 Leistungsmerkmale 18
5 Installation.....24
5.1 Netzteildimensionierung 24
5.2 Mechanische Installation 25
5.3 Temperaturverhalten des TM StepDrive unter typischen Einsatzbedingungen 25
5.4 Elektrische Installation.....27
5.4.1 Anschlussart „Endstufe“.....27
5.4.2 Anschlussart „Indexer“.....28
5.4.3 Motoranschluss 29
5.4.4 Motor-Anschlussarten.....31
5.5 Diagnose durch LED-Anzeige 32
6 Inbetriebnahme 33
6.1 Projektierung des Moduls via TIA Portal®33
6.2 Projektierung des Moduls mit Hilfe der GSD Beschreibungsdatei 34
6.3 Betriebsarten des Technologiemoduls StepDrive 35
6.4 Potenzialgruppe 35
6.5 Konfiguration des Moduls..... 36
6.5.1 Grundparameter..... 36
6.5.2 Diagnose..... 38
6.5.3 Indexer-Konfiguration..... 39
6.5.4 Eingänge..... 42
6.5.5 Endstufen-Konfiguration..... 44
6.5.6 E/A-Adressen..... 47
6.6 Projektierung des Moduls via TIA Portal®49
6.7 Parametrierung des Moduls via TIA Portal®..... 51
6.7.1 Parameter (DS128) 52
6.7.2 Ursachen für Parametrierfehler 52
6.7.3 Demoprojekt..... 52
7 Programmsteuer- und Rückmeldeschnittstelle 53
7.1 Steuerschnittstelle im PM-Mode..... 54
7.1.1 Steuerwert..... 54
7.1.2 Fahrbefehl..... 54
7.1.3 Rückmelde-Betriebsart einstellen..... 55
7.1.4 Fehler-Reset 55
7.1.5 Offset bei Referenzsuche fahren..... 55
7.1.6 Referenzschalter bei Referenzsuche berücksichtigen 55
7.2 Rückmeldeschnittstelle in PM-Mode 55
7.2.1 Position 55
7.2.2 Rückmeldewert 56
7.2.3 Eingestellter Rückmeldewert..... 56
7.2.4 Rückmeldebits in Byte 9 ...11..... 56
7.3 Datensatzübertragung 59
8 Betrieb des TM StepDrive als Positioniersteuerung (PM-Mode)..... 60
8.1 Verfahrkurve 60

8.2 Fahrbefehle 63
8.2.1 Fahren auf absolute Position 63
8.2.2 Verfahren um eine relative Strecke ... 64
8.2.3 Referenzpunktfahrt 64
8.2.4 freier Lauf mit variabler Drehzahl 67
8.2.5 Position setzen 68
8.2.6 Motorstopp..... 69
8.2.7 Nothalt 69
8.3 Stopp-Bedingungen..... 70
8.3.1 Gezieltes Anhalten des Fahrauftrags 70
8.3.2 Anhalten des Fahrauftrags im Ausnahmefall..... 70
8.4 Funktionen der integrierten Leistungsendstufe 71
8.4.1 Phasenströme (Lauf-, Stopp-, Booststrom) 71
8.4.2 Verhalten bei CPU-STOP 73
8.4.3 Schrittauflösung..... 74
8.4.4 Laufstromüberhöhungszeit 78
9 ESD-Schutzmaßnahmen..... 79
10 Haftungsausschluss 79
11 Garantie und Warenzeichen 79
12 Anhang: Parametrier- und Datensätze 80
12.1 Datensatz 128 (DS128): Parameter lesen und schreiben..... 80
12.2 Datensatz 245: Baugruppen-Parameter PROFIBUS 82
12.2.1Positionierbetrieb (PM-Mode)..... 82
12.2.2Betrieb über Technologieobjekt (TO-Mode)..... 83
13 Anhang: Belegung der Steuer- und Rückmeldeschnittstelle 84
13.1 Belegung der Steuerschnittstelle (PM-Mode) 84
13.2 Belegung der Rückmeldeschnittstelle (PM-Mode)..... 84
14 Anhang: Fehlermeldung und Diagnosealarm85
14.1 Fehlermeldungen beim Datensatz-Schreiben 85
14.2 Diagnosealarme..... 86
15 Glossar 87
16 Stichwortverzeichnis 91

1 TM StepDrive 1x24..48V/5A

1.1 Kurzer Überblick

Abb. 1: Das Technologiemodul TM StepDrive

Das Technologiemodul TM StepDrive 1x24..48V/5A ist eine Schrittmotorsteuerung mit integrierter Leistungsendstufe, die speziell für den Einsatz im dezentralen Peripheriesystem SIMATIC®ET 200®SP entwickelt worden ist.

Mit dem Technologiemodul lassen sich 2-Phasen-Schrittmotoren im 200 W Leistungsbereich bis 5 A_{PEAK} bei einer Versorgungsspannung von 24 bis 48 V_{DC} ansteuern.

Betriebsarten

Es kann in zwei unterschiedlichen Betriebsarten betrieben werden, als autonomes System, welches von der CPU Fahrbefehle bekommt und diese dann ausführt (**Positionierbetrieb**, **PM-Mode**), oder als Frequenzsteller, welcher von einem Technologieobjekt angesteuert wird (**Frequenzbetrieb**, **TO-Mode**).
Im PM-Mode stehen drei parametrierbare Digitaleingänge als Endlagen- bzw. Referenzschalter zur Verfügung, im TO-Mode kann ein Eingang als Referenzschalter verwendet werden.

Anschlussarten

Durch die zwei Anschlussarten kann die Funktion des TM StepDrive Moduls unterschiedlich definiert werden:

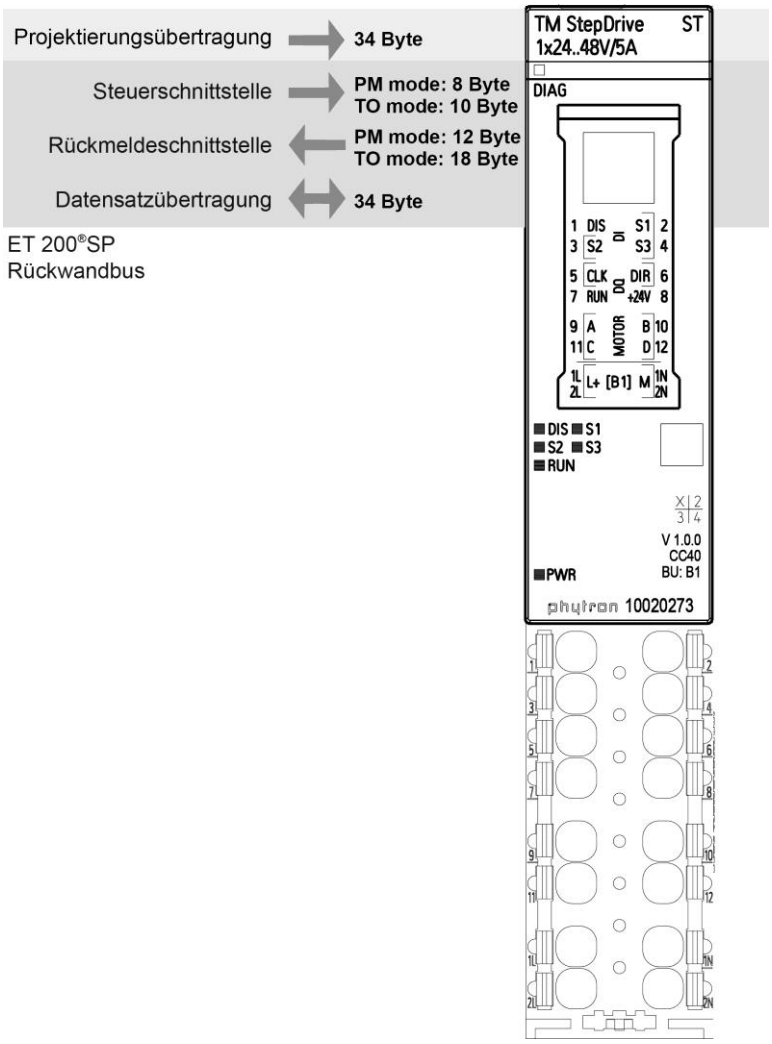
Anschlussart **„Endstufe“**: Das TM-Modul verwendet die integrierte Endstufe zur Speisung eines Schrittmotors.

Anschlussart **„Indexer“**: Das TM-Modul stellt die Ansteuersignale Takt und Richtung für eine separate externe Endstufe zur Verfügung.

1.2 Die wichtigsten Leistungsmerkmale des Technologiemoduls Step-Drive im Überblick:

- 2-Phasen Schrittmotorsteuerung mit integrierter Leistungsendstufe für SIMATIC®ET 200®SP
- 200 W Leistungsbereich bis 5 A_{PEAK} bei 24 bis 48 V_{DC}
- Bis 1/256 Mikroschritt
- Maximale Lauffrequenz 250 kHz
- Betriebsarten:
  - Positionierbetrieb (PM-Mode) für Linear- und Rundachsen:
    - Fahren auf absolute Position
    - Verfahren um relative Strecke
    - Referenzpunktfahrt
    - freier Lauf mit variabler Drehzahl
    - Position setzen
    - Motorstopp
    - Nothalt
  - Drehzahlbetrieb (TO-Mode)
- Anschlussarten:
  - Endstufe
  - Indexer
- Funktion und aktive Pegel der drei Digitaleingänge S1, S2 und S3 parametrierbar
- Rückmeldewerte in der Rückmeldeschnittstelle einstellbar (Position und Restweg oder Position und Frequenz)
- Einstellen der Endstufenparameter bei Start des Systems und während des Betriebs: z.B. Lauf-, Stopp-, Booststrom, Schrittauflösung, Laufstromüberhöhungszeit, etc.
- Online-Endstufendiagnose
- Parametrierung mit STEP®7 TIA Portal® ab V15 oder mittels GSD-Datei für PROFIBUS oder PROFINET

1.3 Überblick über die Datenschnittstellen



Projektierungsübertragung: Konfiguration des Moduls mit STEP®7: sämtliche Parameter des Technologiemoduls TM StepDrive können per Mausklick eingestellt und übertragen werden.
Siehe Kap. 6.5

Steuer-/Rückmeldeschnittstelle: Taktsynchron mit dem Takt der Steuer- und Rückmeldeschnittstelle können sogenannte Steuerwerte übertragen und Status gelesen werden.
Siehe Kap. 7

Datensatzübertragung: Ein Anwenderprogramm kann den kompletten Parametersatz des Moduls lesen oder schreiben (z.B. Laufstrom, Stoppstrom oder Lauffrequenz). Lesen des Datensatzes und Statusabfrage ist unabhängig vom Fahrauftrag möglich, auch können neue Parameter geschrieben werden, während ein Fahrauftrag läuft.
Siehe Kap. 7.3

1.4 Richtlinien und Normen

CE-Kennzeichnung	Mit der Konformitätserklärung und der CE-Kennzeichnung des Produkts bescheinigt der Hersteller, dass sein Produkt den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht. Die hier beschriebenen Antriebssysteme können weltweit eingesetzt werden.
EG-Richtlinie Maschinen	Die hier beschriebenen Antriebssysteme sind im Sinne der EG-Richtlinie Maschinen (2006/42/EG) keine Maschine, sondern Komponenten zum Einbau in Maschinen. Sie haben keine zweckgerichteten, beweglichen Teile. Sie können aber Bestandteil einer Maschine oder Anlage sein. Die Konformität des Gesamtsystems gemäß der Maschinenrichtlinie ist durch den Hersteller mit der CE-Kennzeichnung zu bescheinigen.
EG-Richtlinie EMV	Die EG-Richtlinien Elektromagnetische Verträglichkeit (2014/30/EU) gilt für Produkte, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann. Die Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie darf für die Antriebssysteme erst nach korrektem Einbau in die Maschine vermutet werden. Die im Kapitel „Installation” (Kap. 5) beschriebenen Angaben zur Sicherstellung der EMV müssen beachtet werden, damit die EMV-Sicherheit des Antriebssystems in der Maschine oder Anlage gewährleistet ist und das Produkt in Betrieb genommen werden darf.
Normen zum sicheren Betrieb	EN 60204-1: 2007-6: Elektrische Ausrüstung von Maschinen, Verschmutzungsgrad 2 ist einzuhalten EN 60529: 2014-09: IP-Schutzarten
Normen zur Einhaltung der EMV-Grenzwerte	EN 61000-3-2: EMV EN 61000-6-1,3,4: Störfestigkeit und Störaussendung EN 61000-6-2:2005: Störfestigkeit für Industriebereiche
Normen zu den Prüf- und Messverfahren zur Einhaltung der EMV-Grenzwerte	EN 55011 Klasse B: Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren EN 61000-4-2...6,11 Störfestigkeitsprüfung

1.5 Konformitätserklärung

phytron
Extreme. Precision. Positioning.

Konformitätserklärung

im Sinne der Richtlinie 2014/30/EU (EMV-Richtlinie)

Hersteller:
Phytron GmbH,
Industriestr. 12
82194 Gröbenzell

Hiermit erklären wir, dass die Bauart der nachfolgend bezeichneten Produkte in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung den genannten EU-Richtlinien entspricht.

Bezeichnung
10020273 TM-StepDrive 24-48V/5A

gültig ab Seriennummer 1810xxxxx

Angewendete harmonisierte Normen (EMV-Richtlinie)

EN 61000-6-2: 2005	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Störfestigkeit für Industriebereiche
EN 61000-6-3: 2007 + A1:2011	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Fachgrundnorm Störaussendung - Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe

Gröbenzell, 29. Oktober 2018

ppa

Rainer Adams
Technische Leitung

AP QM-0671-10
CE 7066 Rev. 1

Phytron GmbH
Industriestr. 12 - 82194 Gröbenzell
Postfach 1255 - 82180 Gröbenzell
T +49-8142-503-0 F +49-8142-503-190
E info@phytron.de W www.phytron.de

Geschäftsführung: Birgit Hartmann
Reg.-Gericht München - HRB 205987
USt.-Ident-Nr. DE290476265
Steuernummer 117/135/11449

Genossenschaftsbank: IBAN DE67 7016 9464 0000 0966 10 - BIC GENODEF1M07
Volksbank FFB: IBAN DE87 7016 3370 0000 7125 31 - BIC GENODEF1FFB
Sparkasse FFB: IBAN DE25 7005 3070 0001 8012 65 - BIC BYLADEM1FFB
Deutsche Bank: IBAN DE56 7007 0010 0161 8305 00 - BIC DEUTDEMMXXX
Postbank München: IBAN DE96 7001 0080 0286 0018 00 - BIC PBNKDEFFXXX

2 Vor der Installation zu beachten

Lesen Sie vor Einbau und Inbetriebnahme des Gerätes dieses Manual gründlich. Beachten Sie die Sicherheitshinweise im folgenden Kapitel.

2.1 Qualifiziertes Personal

Projektierung, Inbetriebnahme und Wartung darf nur durch entsprechend geschultes Fachpersonal erfolgen.

Dieses Personal muss durch seine Kenntnisse und Erfahrungen in der Lage sein, Gefahren zu erkennen, die durch mechanische, elektrische oder elektronische Geräte und Ausrüstungen verursacht werden können.

Das Fachpersonal muss den Inhalt dieses Manuals und alle zum Produkt gehörigen Unterlagen kennen und verstehen können. Sicherheitsunterweisungen sind vorzusehen.

Den Fachkräften müssen alle geltenden Normen, Bestimmungen und Unfallverhütungsvorschriften, die bei Arbeiten am und mit dem Produkt beachtet werden müssen, bekannt sein.

WARNUNG

Durch nicht ausreichend qualifiziertes Personal können schwere Schäden an Maschine und Antrieben, oder sogar Personenschäden verursacht werden!

2.2 Sicherheitshinweise

Das TM StepDrive ist ausgelegt, um in einem SIMATIC®ET 200®SP System betrieben zu werden. Eine Inbetriebnahme ist nur möglich, wenn die Anforderungen siehe Kap. 1.4 der EG-Richtlinie Maschine und EMV eingehalten werden.

Da das Produkt als Teil eines Gesamtsystems verwendet wird, müssen vor dem Einsatz des Produktes Risikobeurteilungen in Bezug auf die konkrete Anwendung durchgeführt werden. Entsprechend den Ergebnissen sind Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen und zu überprüfen.

Die Personensicherheit muss durch das Konzept dieses Gesamtsystems (z.B. Maschinenkonzept) gewährleistet sein.

Bei jeder Anwendung kann die Funktionszuverlässigkeit von Software-Produkten durch entgegenwirkende Faktoren wie z. B. Spannungsunterschiede oder Hardwarefehler etc. beeinträchtigt werden.
Um Schäden durch Systemfehler vorzubeugen, sollte der Nutzer angemessene Sicherheitsmaßnahmen ergreifen. Hierzu gehören unter anderem Sicherungs- und Abschaltmechanismen.

Beim Programmieren der Befehlscodes kann es zu Fehlfunktionen – z.B. Loslaufen des angeschlossenen Motors, Abbremsen, ... – kommen.
Deshalb den Programmablauf schrittweise testen!

Da jedes Endnutzersystem den Kundenbedürfnissen angepasst ist und sich vom Testumfeld unterscheidet, ist der Nutzer oder Anwendungsentwickler für die Eignung für diese Anwendung verantwortlich.

WARNUNG

Verletzung oder Zerstörung durch Überspannung!

Betreiben Sie die Baugruppe nur gemäß Schutzmaßnahmen in Kap. 3.

VORSICHT

Beschädigungsgefahr durch falsche Motorstromeinstellung!

Bei Auslieferung ist die Leistungsendstufe auf einen definierten Stromwert eingestellt! Vor Inbetriebnahme muss der Motorstrom auf den gewünschten Wert angepasst werden (siehe Motordaten).

GEFAHR

Gefahr durch Lichtbogen!

Schalten Sie immer die Spannungsversorgung aus, bevor Sie Anschlüsse an der Leistungsendstufe herstellen oder lösen.

GEFAHR

Gefahr durch Lichtbogen!

Niemals die Baugruppe unter Spannung ziehen!

Lastspannung muss über externen Schalter bzw. Sicherung abgeschaltet sein!

GEFAHR

Gefahr durch elektrischen Schlag!

Bis zu 3 Minuten nach Abschalten der Spannungsversorgung können an den Steckern, Anschlüssen oder an der Platine noch gefährlich hohe Spannungen vorhanden sein.

Durch das Aktivieren des Eingangs DIS oder im Falle eines CPU-STOP (siehe 6.5.1.4 wird die Leistungsendstufe im Not-Aus-Fall nicht sicher vom Netz getrennt.
Zum sicheren Abschalten des Antriebs muss die Spannungsversorgung unterbrochen werden.

Es handelt sich bei dem Eingang DIS nicht um eine Sicherheits-Betriebsart gemäß IEC61800-5-2 wie z.B. „Safe Torque Off“ (ST0) durch Pulsmustersperre.

2.3 Einsatzbedingungen

Betriebstemperatur	0 °C bis +60 °C
Lager- und Transport-temperaturen	- 40 °C bis +70 °C
Relative Feuchte	max. 95 % ohne Betauung
Verschmutzungsgrad	Grad 2
Schutzart	IP 20
EMV-Festigkeit/ EMV-Aussendung	gemäß EN 61000-6-2:2005 gemäß EN 61000-6-1,3,4
Zulassung	CE

3 Sicherheitskonzept

3.1 Sicherheitsmaßnahmen

Die folgenden Maßnahmen sind für das Sicherheitskonzept der Anlage unerlässlich. Installieren Sie diese mit besonderer Sorgfalt und passen Sie diese den Bedingungen der Anlage an.

WARNUNG

Mit dem Technologiemodul TM StepDrive können Sicherheitsbetriebsarten wie z.B. Safe Torque Off (STO) aus IEC61508 nicht direkt umgesetzt werden!

WARNUNG

Zur Vermeidung von Schäden an Personen und Gegenständen beachten Sie bitte folgende Punkte:

- Installieren Sie ein NOT-AUS-Konzept nach gültigen Regeln der Technik (z. B. Europäische Normen EN 60204, EN 418 und verwandte).
- Stellen Sie sicher, dass für Personen kein Zutritt zu dem Bereich der Anlage besteht, in dem bewegte Teile vorhanden sind.
- Installieren Sie zur Endlagenbegrenzung der Achsen z. B. Sicherheits-Endlagenschalter, die direkt die Leistungsansteuerung abschalten.
- Installieren Sie Einrichtungen und Maßnahmen zum Schutz von Motoren und Leistungselektronik.

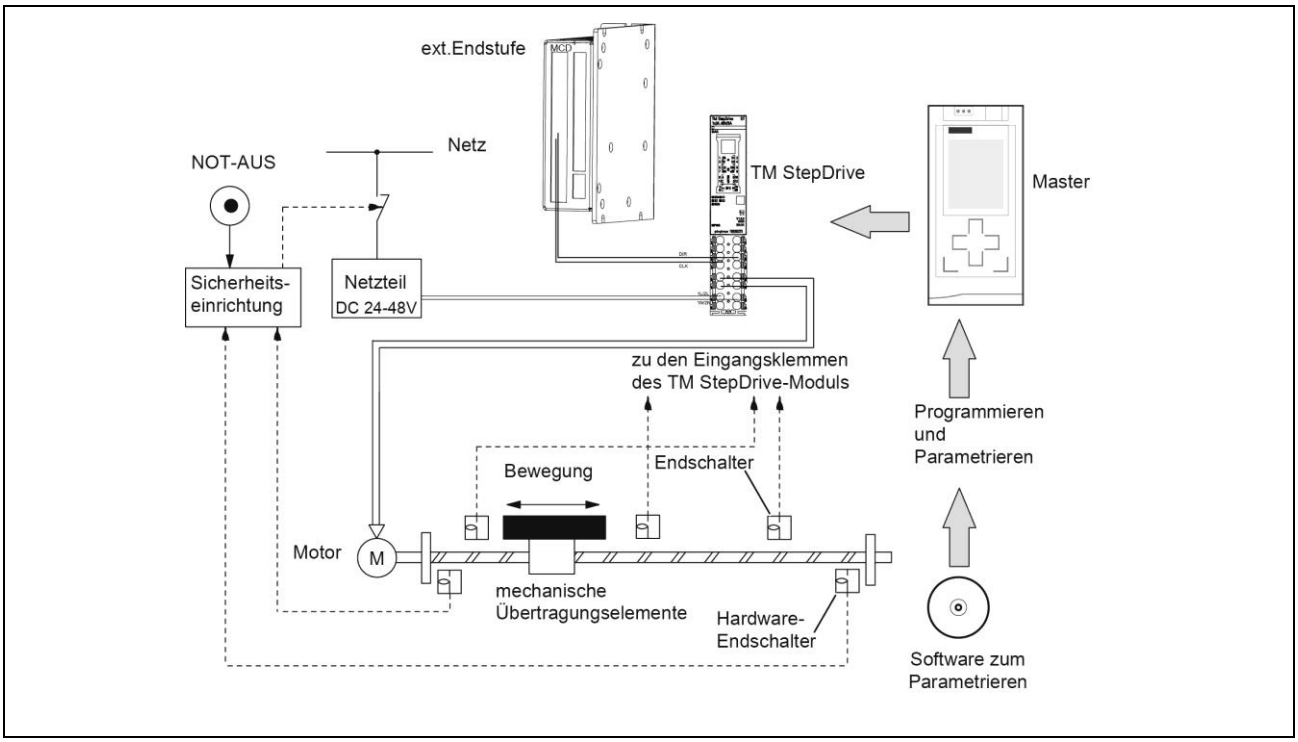


Abb. 2: Aufbau einer Positioniersteuerung mit Schrittmotor

3.2 Maßnahmen zur EMV

EMV-Vorgabe: Motorkabel

Besonders kritische Signalleitungen sind Motorkabel.

Verwenden Sie nur Kabel, die auf EMV-Sicherheit geprüft und Schleppketten tauglich sind.

Der Schirm des Motorkabels muss an der BaseUnit und am Motor niederohmig bzw. flächig aufgelegt werden.

- Verlegen Sie Motorkabel ohne Unterbrechung vom Motor zum Modul. Falls eine Leitung unterbrochen werden muss, müssen Sie Schirmverbindungen und Metallgehäuse verwenden, da sonst Störstrahlung möglich ist.
- Verlegen Sie das Motorkabel in mindestens 20 cm Abstand zu den Signalkabeln. Bei geringerem Abstand muss auch die Schirmung der Signalkabel sichergestellt sein.
- Bei langen Leitungen müssen Sie Potentialausgleichsleitungen mit geeignetem Querschnitt benutzen.

Potentialausgleichsleitungen

Zum Schutz vor Störungen werden die Schirme beidseitig angeschlossen.

Potentialunterschiede können dabei zu unzulässigen Strömen auf dem Schirm führen und müssen durch Potentialausgleichsleitungen verhindert werden.

⚠ Das Technologiemodul TM StepDrive muss gemäß Schutzmaßnahmen PELV/SELV betrieben werden.

EMV-Vorgabe: Filter

ℹ Sollte aus installationstechnischen Gründen das DC/DC-Netzteil sich nicht in unmittelbarer Nähe der ET 200®SP Station befinden, kann der Einsatz der von Phytron entwickelten Gleichtaktunterdrückungsfilter notwendig sein. Der Abstand zwischen Netzteil und TM StepDrive sollte ohne Filter nicht größer als 1 m sein.

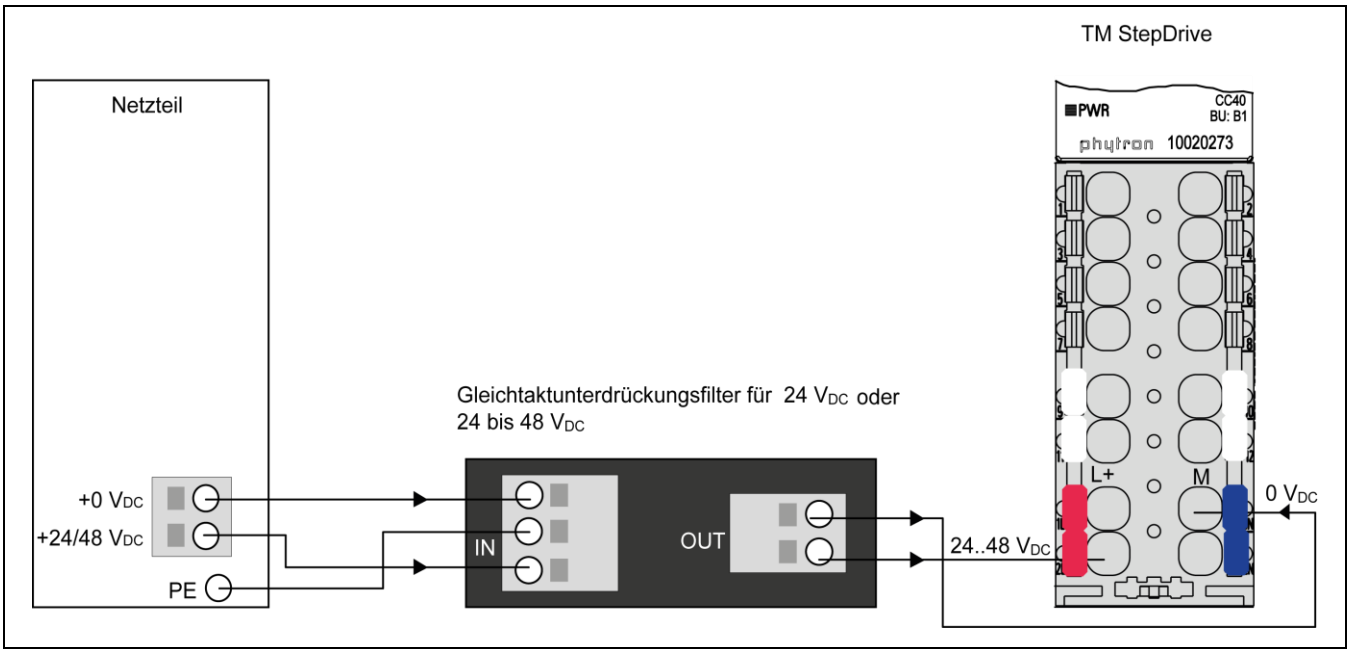


Abb. 3: Anschluss des Gleichtaktunterdrückungsfilter 24 V_{DC} oder 24 bis 48 V_{DC}

Gleichtaktunterdrückungsfilter 24 V_{DC}: (Art-Nr. 10023524 „Filterzusatz TM Step 24V“)

Gleichtaktunterdrückungsfilter 24 bis 48 V_{DC}: (Art-Nr. 10022069 „Filterzusatz TM Step24-48V“)

Ein Gleichtaktunterdrückungsfilter sollte bei Motorkabellängen >5 m und einer Stromeinstellung >50 % des Nennstroms der TM StepDrive verwendet werden.

Neben der Verwendung der Phytron-Filter können auch andere eventuell zentrale Maßnahmen zur Einhaltung der EMV-Anforderung beitragen.

3.3 Schirmung

Um Störeinflüsse auf benachbarte elektronische Geräte und Steuerleitungen zu reduzieren, sollten nur abgeschirmte Kabel verwendet werden.

Der Schirm muss beidseitig aufgelegt werden. Zur Schirmauflage verwenden Sie eine Schirmleiste des Schaltschranks.

Das Siemens Schirmauflageelement (Best-Nr. 6ES7193-6SC00-1AM0) kontaktiert nicht an der BaseUnit B1.

4 Technische Daten

4.1 Mechanische Daten

Bauform	SIMATIC®ET 200®SP Kunststoffgehäuse
Abmessungen	20 x 73 x 58 mm (B x H x T)
Gewicht	ca. 62 g
Montage	Einsteckbar in die SIMATIC®ET 200®SP Anlage mit Anschlüssen gemäß ET 200SP-Spezifikation (BaseUnit BU20-P12+A0+4B)
Einbaulage	beliebig (Verlustleistung siehe Kap.5.2)

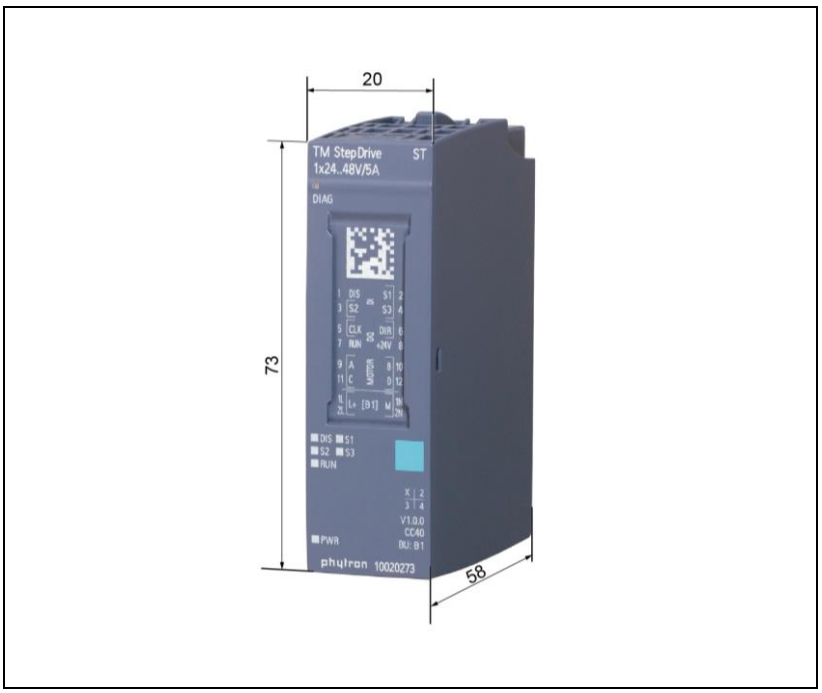


Abb. 4: Abmessungen

Das Maßbild des Peripheriemoduls BaseUnit B1 (BU20-P12+A0+4B) ist zu finden im SIEMENS Gerätehandbuch *SIMATIC ET 200SP BaseUnits*.

4.2 Leistungsmerkmale

Leistungsmerkmale	
Schrittmotoren	Geeignet für die bipolare Ansteuerung von 2-Phasen-Schrittmotoren in 4-, (6-) oder 8-Leiter-Ausführung
Übergeordnete Kopfstation	SIMATIC®ET 200®SP
Versorgungsspannung	24…48 V_{DC} Nennspannung: 48 V_{DC}
Phasenstrom	5 A_{PEAK}
Einstellbare Stromstufen	100 mA Schritte
Einstellbare Schrittauflösung	Vollschritt, Halbschritt, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32,1/64,1/128,1/256 Mikroschritt
Maximale Schrittfrequenz	250.000 Schritte/s Anmerkung: die Frequenzerzeugung erfolgt digital, es können nur Werte erzeugt werden, die sich durch Teilung der Prozessorfrequenz durch einen ganzzahligen Teiler ergeben.
Physikalische Auflösung	Maximal 51.200 Positionen pro Umdrehung (ca. 0,007°/Schritt). Für Feinpositionierungen sollte ein Zählmodul mit Encoder ausgewertet werden.
Stromaufnahme maximal	3 A_{DC} bei 5 A_{PEAK}
Mechanische Ausgangsleistung	Bis in den 200 W-Bereich
maximale Leistungsaufnahme	168 W
Leitungslänge Motor	Geschirmt: max. 50 m
Leitungslänge Digitaleingänge	max. 3 m

Diagnose LEDs	• DIAG • DIS (Leistungsendstufe gesperrt) • S1 (Schalter 1 ist aktiv) • S2 (Schalter 2 ist aktiv) • S3 (Schalter 3 ist aktiv) • RUN (Motor läuft) • PWR (Lastspannung ist vorhanden)
Fahrbefehle im PM-Mode	• Fahren auf absolute Position • Verfahren um relative Strecke • Referenzpunktfahrt • freier Lauf mit variabler Drehzahl • Position setzen • Motorstopp • Nothalt
Sicherheits-Betriebsarten	Sicherheits-Betriebsarten, wie z.B. Safe Torque Off (STO) aus IEC 61508-2 sind mit dieser Steuerung nur mit externen Komponenten realisierbar.
Mechanismen der Kommunikation über Rückwandbus	Synchron: Steuerschnittstelle, Rückmeldeschnittstelle Asynchron – SPS in STOPP Mode: Grundparametrierung Asynchron – SPS in RUN Mode: Parametrierung mit DS128
Hardwareseitige Fehlererkennung	Übertemperatur an der Leistungsendstufe T>105 °C
Aktualisierungsrate	1 ms

Schnittstellen	
Analoge Ausgänge	A, B, C, D für einen 2-phasigen Schrittmotor
Digitale Eingänge	3 parametrierbare Digitaleingänge S1, S2 und S3: 0-Signal: 0 ... 2 V mit max. 2 mA 1-Signal: 11 V ... 30 V mit typ. 5 mA Eingangsverzögerung: 2 ms
Bei PM-Mode S1, S2, S3:	Jeder der Eingänge ist konfigurierbar als Endlagenschalter in Richtung vorwärts/ rückwärts oder als Referenzschalter
Bei TO-Mode S1, S2, S3:	Einer der Eingänge kann als Referenzschalter konfiguriert werden Alle Schalter sind als Öffner/ Schließer parametrierbar
DC Eingang	24 V_{DC} Spannungsversorgung für die digitalen Ausgänge
Rückwandbus	Rückwandbus der ET 200SP
Modulversorgung	Modulversorgung über die ET 200SP Rückwandbus (Logik) 24 bis 48V über BaseUnit (Leistung)
Kommunikation und Programmierung	
Programmierung	über PROFIBUS Master oder mit STEP®7 (TIA Portal®) ab V15 oder PROFINET Controller

Steuerschnittstelle	Vorgaben im Positionierbetrieb:
	• Zielposition bei absoluter Positionierung
	• Schrittanzahl bei relativer Positionierung
	• Frequenz bei freiem Lauf
	• Offset bei Referenzfahrt
	• Nutzung des Referenzsensors bei Referenzfahrt
	• Fahrauftrag
	  ○ Fahren auf absolute Position
	  ○ Verfahren um relative Strecke
	  ○ Referenzpunktfahrt
	  ○ freier Lauf mit variabler Drehzahl
	  ○ Position setzen
	  ○ Motorstopp
	  ○ Nothalt

	Erforderliche Parameter bei Betrieb mit Technologieobjekt: • Steuerwort • Drehzahl-Sollwert • Gezählte Impulse als Ist-Position Im Betrieb mit Technologieobjekt übernimmt das Technologieobjekt die Bedienung der Steuerschnittstelle. ***Weiteres Manual*** *Zu diesem Thema gibt es ein weiterführendes Manual:* *SIMATIC S7-1500 Motion Control Funktionshandbuch* *https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109739589*

Rückmeldeschnittstelle	Parametrierbar im Positionierbetrieb:
	• Restweg
	• Geschwindigkeit
	Stets in der Rückmeldung enthalten:
	• Absolute Position
	• Statusbits
	  ○ Motor läuft
	  ○ Bereit für neuen Fahrbefehl
	  ○ Parametrierfehler
	  ○ Leistungsendstufenfehler
	  ○ Endlagenschalter ist Ursache für Halt

	Rückmeldung bei Betrieb mit Technologieobjekt: • Zustandswort • Drehzahl-Istwert
i	Die Daten von Steuerschnittstelle und Rückmeldeschnittstelle können taktsynchron übertragen werden. Das bedeutet aber nicht, dass z.B. bei Vorgabe eines neuen Frequenzwertes dieser sofort in der Rückmeldeschnittstelle sichtbar wird. Der Wert in der Rückmeldeschnittstelle entspricht der aktuell vom Motorcontroller ausgegebenen Frequenz.
Datensatzübertragung zum TM StepDrive **(asynchron während CPU RUN)**	Parametrieren der Leistungsendstufe: • Schrittauflösung (1/1, 1/2, …1/256) • Laufstrom (100 mA-Schritte) • Stoppstrom (100 mA-Schritte) • Booststrom (100 mA-Schritte) • Laufstromüberhöhungszeit 1…1000 ms • Verhalten bei CPU-STOP

Datensatzübertragung vom TM StepDrive **(asynchron)**	Diagnose Rückmeldung folgender Endstufen-Parameter an das Kopfsystem: • Rücklesen der Endstufen-Parameter • Fehler (DIS-Eingang, Übertemperatur, Parametrierfehler)

5 Installation

Zum Anschluss des Technologiemoduls TM StepDrive sind folgende Module bzw. Komponenten erforderlich:

- ET 200SP-Station mit einer Steuerung mit PN- oder DP-Master
- Netzteil 24 bis 48 V_{DC}
- BaseUnit Typ B1 BU20-P12+A0+4B (Siemens Artikelnummer 6ES7-193-6BP20-0BB1)
- TM StepDrive-5A–48V (Phytron Bestellnummer 10020273)
- 2-Phasen-Schrittmotor bis 5 A_{PEAK}
- Notwendiges Verdrahtungsmaterial

5.1 Netzteildimensionierung

Die Spannung des Netzteils (24 V_{DC} oder 48 V_{DC}) ergibt sich aus der Geschwindigkeit, die der Motor im Betrieb erreichen soll. Für langsame Drehzahlen (ca. < 300 U/min) aber hohe Drehmomente oder wenn bei höheren Drehzahlen (> 300 U/min) nur wenig Drehmoment benötigt wird, sind oft 24 V_{DC} Versorgungsspannung ausreichend. Ob der ausgewählte Schrittmotor bei 24 V noch die geforderte Performance bringt, entnehmen Sie bitte den techn. Daten des Schrittmotors. Diese geben in der Regel Drehmomenten-Kennlinien abhängig von der Versorgungsspannung an.

Wenn höhere Umdrehungszahlen erreicht werden müssen, empfiehlt es sich, das Technologiemodul TM StepDrive mit 48 V_{DC} zu versorgen.

Im Allgemeinen errechnet sich die benötigte Leistung der Spannungsversorgung durch die Faustformeln:

$P_{SUPPLY} = 2 \times P_{MECHANISCH}$ (bei Umdrehungsgeschwindigkeiten < 300 U/min)

$P_{SUPPLY} = 3 \times P_{MECHANISCH}$ (bei Umdrehungsgeschwindigkeiten > 300 U/min)

5.2 Mechanische Installation

Siehe dazu Kap. 3 des Gerätehandbuchs *SIMATIC ET 200SP BaseUnits*.

Sie können das Dezentrale Peripheriesystem ET 200SP in jeder Einbaulage montieren. Die bevorzugte Einbaulage ist die waagerechte Montage an einer senkrechten Wand. Bei bestimmten Einbaulagen sind Einschränkungen der Umgebungstemperatur möglich.

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel 5 des Systemhandbuchs *SIMATIC ET 200SP Dezentrales Peripheriesystem* (Mechanische und klimatische Umgebungsbedingungen).

Das folgende Bild zeigt die Mindestabstände, die Sie bei der Montage bzw. Demontage des Dezentralen Peripheriesystems ET 200SP einhalten müssen.

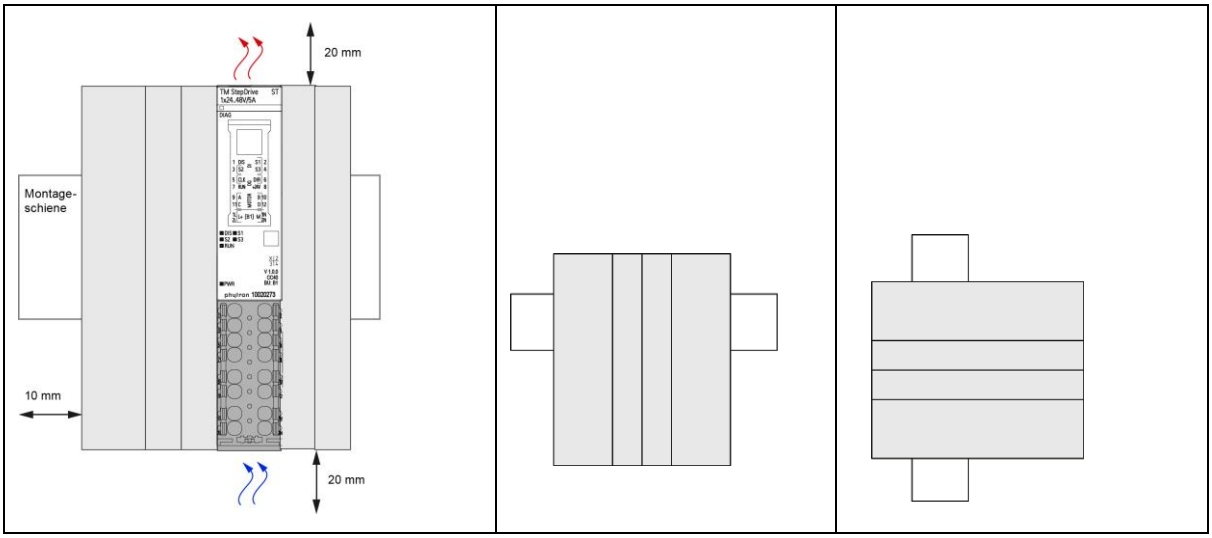


Abb. 5: Einbaulage horizontal oder vertikal

5.3 Temperaturverhalten des TM StepDrive unter typischen Einsatzbedingungen

Die sich einstellende Modul-Temperatur ist abhängig von Motortyp, Motorleitungslänge, Phasenstrom, Versorgungsspannung und Bauteiltoleranzen.

Sie kann in der Praxis von den unten dargestellten Diagrammen abweichen.

Messbedingungen bzw. -ablauf:

- TM StepDrive Modul vertikal ausgerichtet
- 48 V_{DC} Versorgungsspannung
- Motortyp: ZSH 87.200.6,5
- Temperaturangaben sind normalisiert, d.h. relativ zur Umgebungstemperatur

Die Endstufen-Temperatur (gemessen an der Endstufe) sollte 105 °C nicht überschreiten, um eine Zerstörung der Hardware zu verhindern. Die Endstufe verfügt über eine interne Notabschaltung.

Normalisierte Endstufen-Temperatur, maximaler Strom (3,5 A_{eff}), Einschaltdauer (ED) 25, 50, 75, 100 %

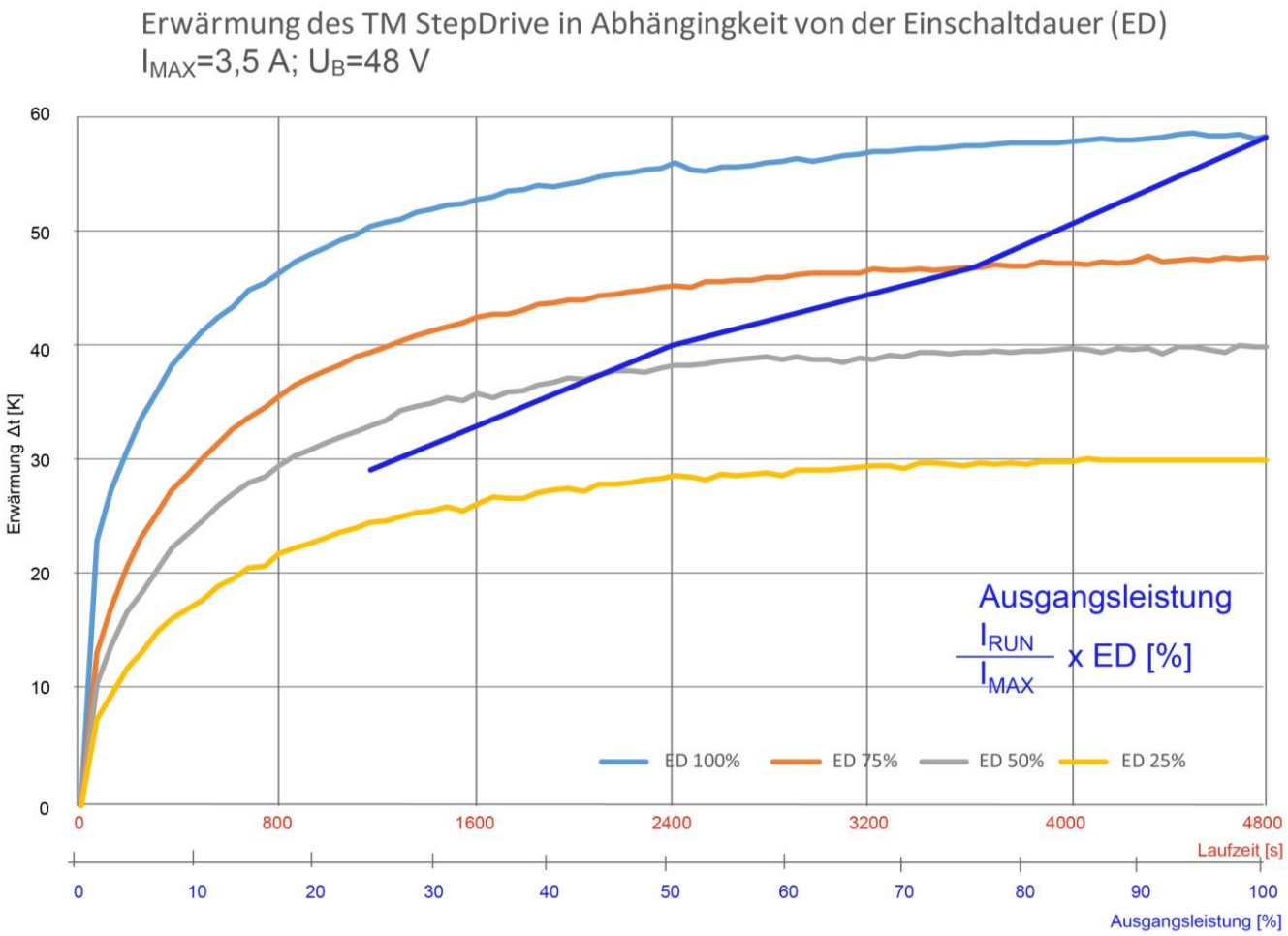


Abb. 6: Diagramm „Erwärmung des TM StepDrive“ und „Ausgangsleistung“

5.4 Elektrische Installation

Die Funktion des TM StepDrive Moduls wird durch zwei unterschiedliche Anschlussarten definiert:

5.4.1 Anschlussart „Endstufe“

- die Motorspannung (24 bis 48 V_{DC}) an die Klemmen L+ und M anschließen
- an die Klemmen A, B, C, D den Schrittmotor anschließen

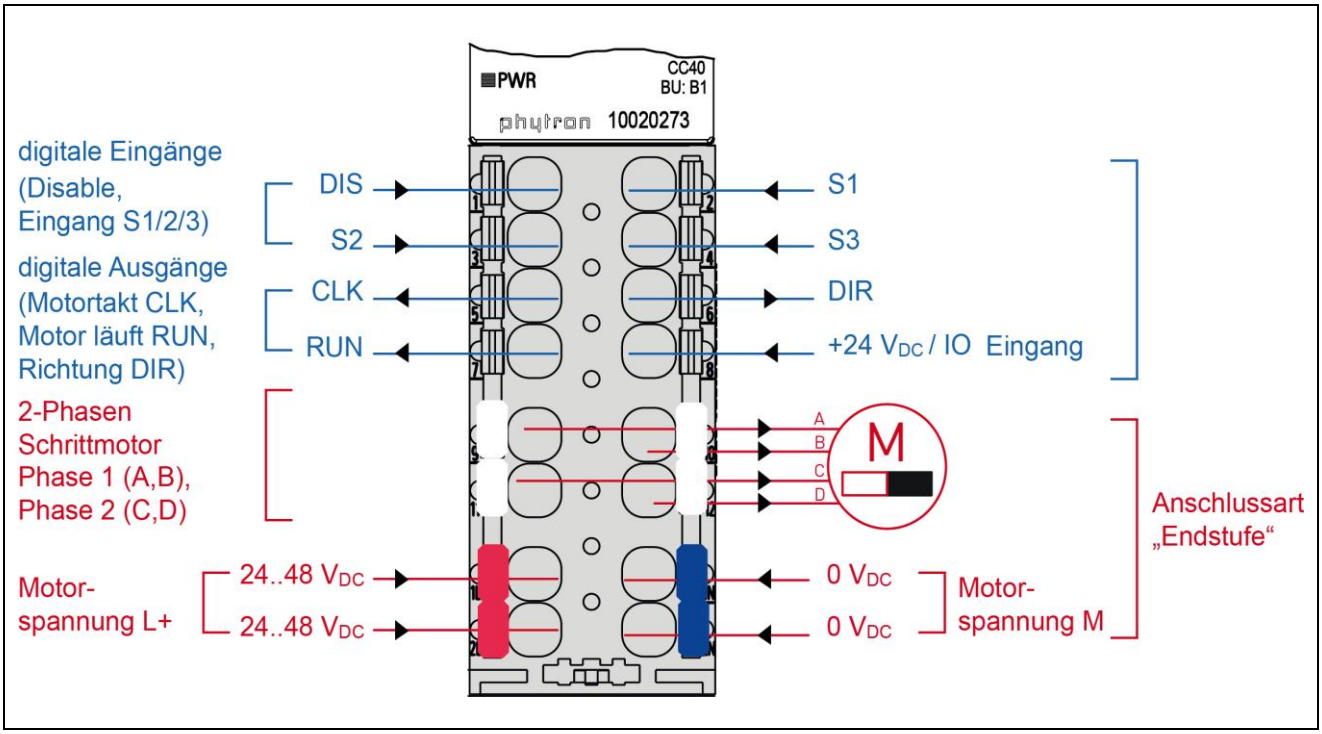


Abb. 7: Anschlussbelegung in der Anschlussart Endstufe

Für den Anschluss der Motorspannung an den Klemmen L+ und M gilt:
Ein interner Schutzkreis schützt das Technologiemodul vor Beschädigung aufgrund von Umkehrpolarität der Versorgungsspannung.

Wenn bei dieser Anschlussart zusätzlich der Eingang +24 V_{DC} mit Spannung versorgt wird, sind auch die Ausgänge CLK, DIR und RUN aktiv. Auf diese Weise kann zusätzlich zur integrierten Endstufe noch eine externe Endstufe durch den Indexer angesteuert werden.

Vor dem Anschluss der +24 V_{DC} muss die Motorspannung an den Klemmen L+ und M angeschlossen sein, um Endstufenfehler zu vermeiden.

Die Endlagenschalter sind optional.

5.4.2 Anschlussart „Indexer“

WICHTIG

Fehlbetrieb durch fehlende I/O Eingangsspannung!

Liegt die Motorspannung an den Klemmen L+ und M an, ist der Indexer in Betrieb. Dieser gibt jedoch erst Signale aus, wenn am I/O-Eingang die 24 V_{DC} Eingangsspannung anliegt.

- Wenn das Modul in der Anschlussart ‚Indexer‘ betrieben werden soll, **muss** die 24 V_{DC} Spannung angeschlossen werden (Klemmen +24V und M).
- Die Spannungsversorgung an der Klemme L+ ist **nicht notwendig**!
- Wenn Spannung an L+ anliegt, wird ein Ausfall der I/O-Spannung nicht diagnostiziert.

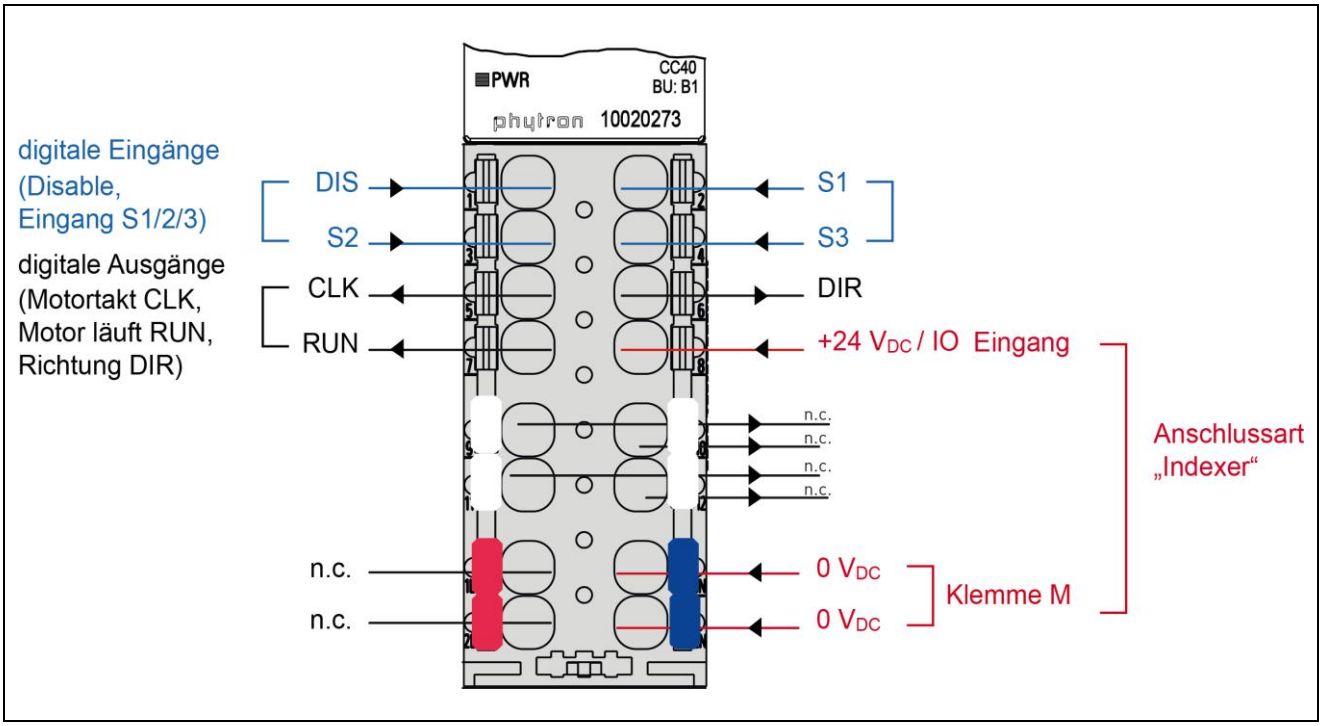


Abb. 8: Anschlussbelegung in der Anschlussart Indexer

Beim Betrieb als Indexer zum Ansteuern einer externen Endstufe gilt:

- Der Ausgang CLK ist aktiv high, d.h. der Ruhepegel des Taktsignals ist 0 V.
- Der Ausgang DIR ist bei 0 V, wenn der Motor in positive Richtung dreht (der Positionswert wird inkrementiert). Dreht der Motor in negative Richtung (der Positionswert wird dekrementiert), ist der Ausgang auf +24 V.
- Der Ausgang RUN ist aktiv high, wenn der Motor läuft.

Die Logik wird bei beiden Anschlussarten mitversorgt.

Die Endlagenschalter und externe Endstufe sind optional.

Weiteres Manual

Zum Anschluss des TM StepDrive auf die BaseUnit die Hinweise in folgendem Manual beachten:

SIMATIC ET 200SP Dezentrales Peripheriesystem Systemhandbuch, A5E03576848-AG

https://support.industry.siemens.com/cs/document/58649293/simatic-et-200sp-dezentrales-peripheriesystem?dti=0&lc=de-DE

Kapitel 5 Montieren

GEFAHR

Gefahr durch Lichtbogen!

Niemals die Baugruppe bei Betrieb eines Motors ziehen!

Ein angeschlossener Motor darf nicht bestromt werden, entweder Motorstrom zu Null setzen oder Lastspannung abschalten!

5.4.3 Motoranschluss

Im folgenden Kapitel wird der Anschluss eines zwei-Phasen-Schrittmotors in 4-, (6-), oder 8-Leiter-Ausführung beschrieben.

Mit dem Technologiemodul TM StepDrive können Schrittmotoren mit 0,1 bis 5 A_{PEAK} Phasenstrom angesteuert werden.

Für Schrittmotoren in 8-Leiter-Ausführung gibt es zwei Anschlussarten: mit parallelgeschalteten Wicklungen (1) oder mit seriell verdrahteten Wicklungen (2).

Bei 6-Leiter-Schrittmotoren wird Anschlussart (3) mit seriell verdrahteten Wicklungen empfohlen.

Ist Anschlussart (3) wegen der Bauart des Motors nicht möglich, kann der Motor auch mit zwei Wicklungen entsprechend Anschlussart (5) betrieben werden.

Zerstörung der Leistungsendstufe!

5-Leiter-Schrittmotoren dürfen **nicht** mit dem Technologiemodul TM StepDrive Modul angesteuert werden.

Motorzeitkonstante τ:

Für die elektrische Motorzeitkonstante τ gilt: $\tau = \frac{L}{R}$

Bei einer Parallelschaltung ist die Gesamtinduktivität L_{ges} gleich der Wicklungsinduktivität, da es sich hier um verkettete Induktivität handelt.
Für die serielle Schaltung gilt L_{ges}= 4 x L.

Somit ergibt sich die gleiche Motorzeitkonstante τ für die serielle als auch parallele Schaltung:

Beschaltung	**seriell**	**parallel**
Widerstand R_{ges}	**2 x R**	$\frac{R}{2}$
Induktivität L_{ges}	**4 x L**	**L**
Motorzeitkonstante τ	$\tau_{seriell} = \frac{4 \times L}{2 \times R} = \frac{2 \times L}{R}$	$\tau_{parallel} = \frac{L}{R/2} = \frac{2 \times L}{R}$

Die Werte für L und R entnehmen Sie bitte dem technischen Datenblatt des angeschlossenen Schrittmotors.

Betrieb mit sehr niederinduktivem Motor

i

Aufgrund der Auslegung der Endstufe ist der Betrieb des Technologiemoduls TM StepDrive mit sehr niederinduktivem Motor (<2 mH) eventuell nicht möglich.

In diesem Fall kann der Einsatz von externen Serieninduktivitäten Abhilfe schaffen. Die Induktivitäten müssen für den geplanten Strom und für Frequenzen von mehreren 100 kHz geeignet sein.

5.4.4 Motor-Anschlussarten

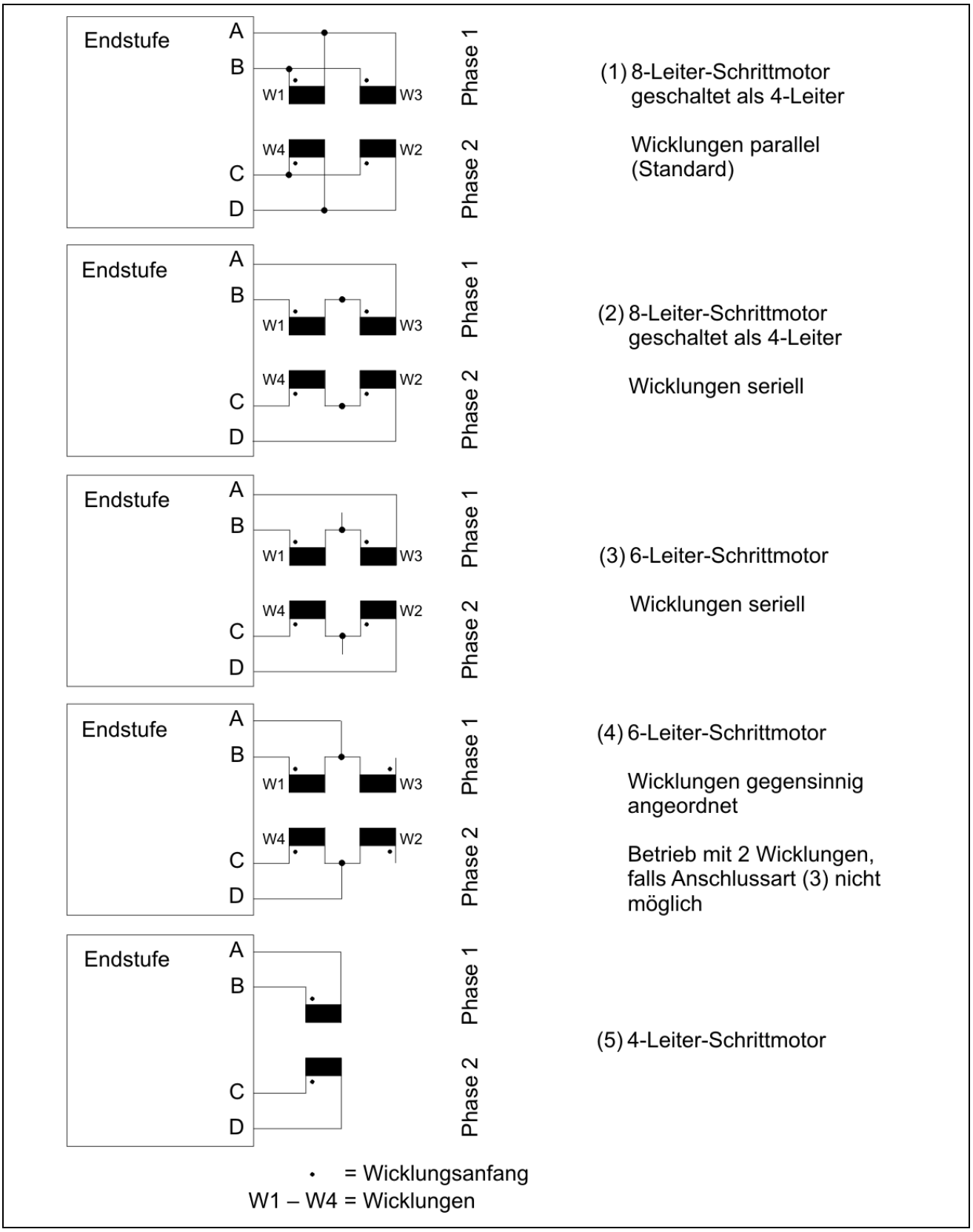
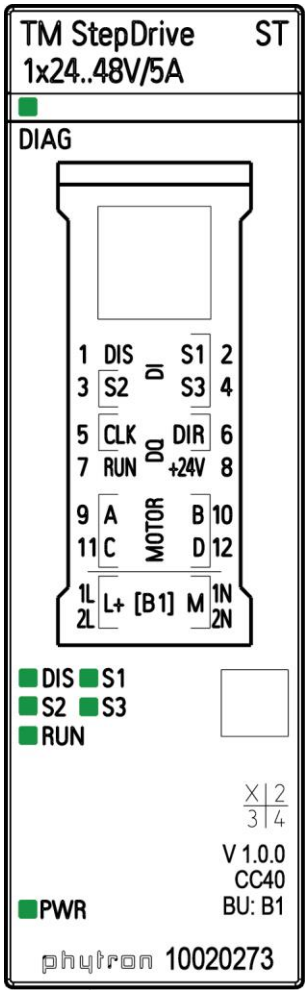


Abb. 9: Anschlussarten für 4-,(6-) und 8-Leiter Schrittmotoren

5.5 Diagnose durch LED-Anzeige

Die Leuchtdioden zeigen den Status und Fehler des Technologiemoduls TM StepDrive an:



LED	Farbe	Bedeutung
DIAG	aus	Die Rückwandbusversorgung des ET 200SP ist nicht OK.
	blinkt rot	Das Technologiemodul ist parametriert, und es wird eine Moduldiagnose signalisiert (mindestens ein Modulfehler anstehend).
	blinkt grün	Das Technologiemodul ist nicht konfiguriert.
	leuchtet grün	Das Technologiemodul ist konfiguriert, und es ist kein Modulfehler vorhanden.
DIS	grün	Der Eingang DISABLE ist aktiviert.
S1	grün	Digitaleingang S1 ist aktiviert.
S2	grün	Digitaleingang S2 ist aktiviert.
S3	grün	Digitaleingang S3 ist aktiviert.
RUN	grün	Fahrauftrag läuft. Im TO-Mode leuchtet die LED grün bei Reglerfreigabe.
PWR	aus	Die Versorgung des Moduls fehlt. Weder Lastspannung noch die +24 V-Spannung liegen an.
	grün	Die Versorgung des Moduls ist OK. Entweder die externe Lastspannung oder die +24 V-Spannung versorgen das Modul.

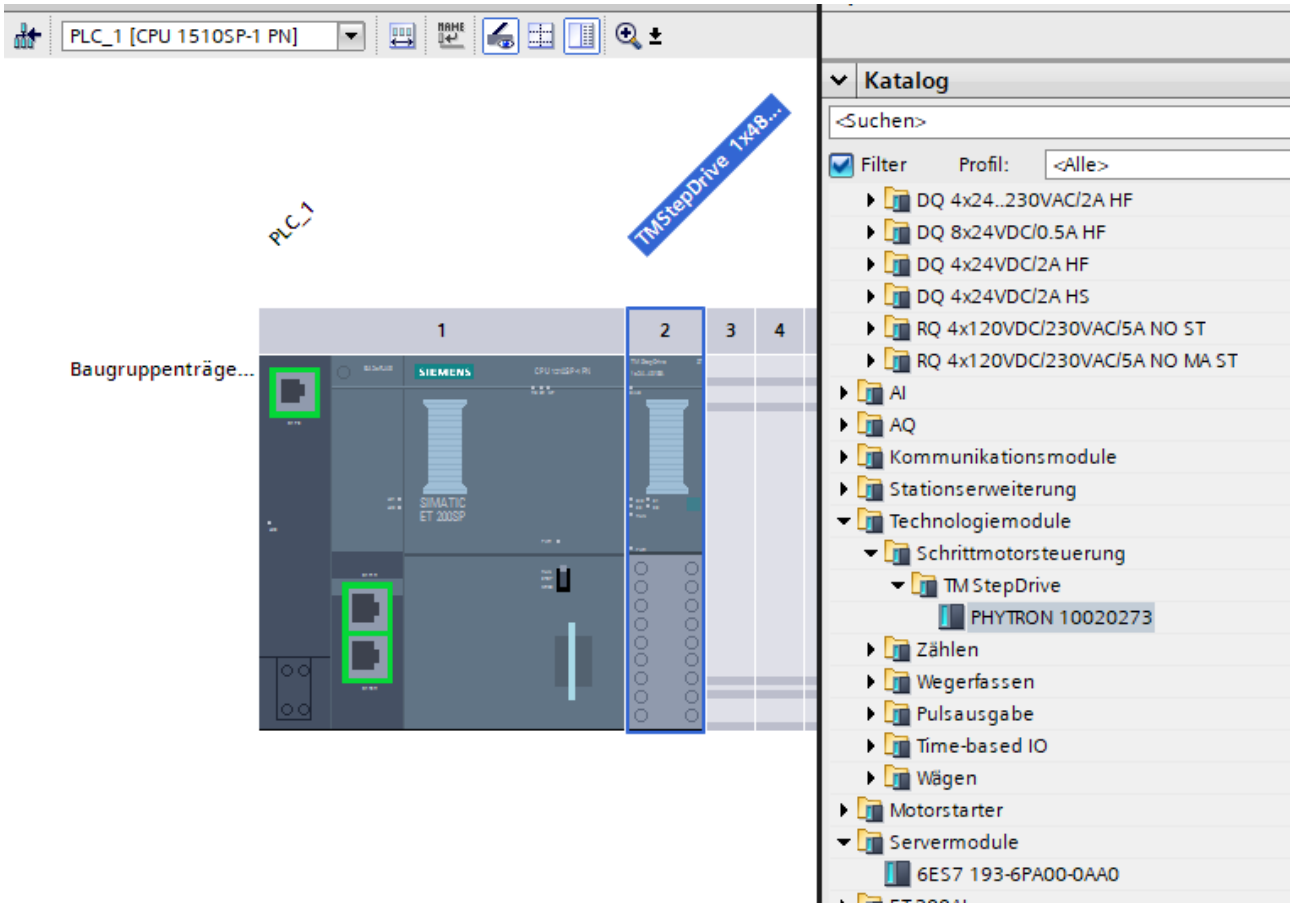
6 Inbetriebnahme

Vor der ersten Nutzung des TM StepDrive müssen Sie die Hardware-Konfiguration Ihrer vorhandenen ET 200SP-Station anpassen.

Das ist möglich über PROFIBUS Master oder mit STEP®7 (TIA Portal®) ab V15 oder mittels GSD-Datei für PROFIBUS oder GSDML-Datei für PROFINET. Hier wird das TIA Portal® beschrieben.

6.1 Projektierung des Moduls via TIA Portal®

Ziehen Sie das TM StepDrive mittels Drag & Drop vom Hardwarekatalog in ein Rack-Bild. Im folgenden beispielhaften Rack wird das TM StepDrive in einem dezentralen Peripheriesystem genutzt. Wenn Sie auf das Bild des TM StepDrive in einem Rack klicken, wird das Modul durch eine blaue Linie hervorgehoben und Sie können Parameter einstellen, die im Eigenschaften-Register erscheinen.



6.2 Projektierung des Moduls mit Hilfe der GSD Beschreibungsdatei

Da im GSD-Format beim PROFIBUS nur eine geringe Datenmenge zur Verfügung steht, wurde die Auflösung der Stromeinstellungen reduziert.

Der resultierende Strom wird über folgende Tabelle dargestellt:

Bitwert	Strom [A]
0x00	0,0
0x01	0,1
0x02	0,2
0x03	0,3
0x04	0,4
0x05	0,5
0x06	0,6
0x07	0,7
0x08	0,8
0x09	0,9
0x0A	1,0
0x0B	1,1
0x0C	1,2
0x0D	1,3
0x0E	1,4
0x0F	1,5

Bitwert	Strom [A]
0x10	1,6
0x11	1,7
0x12	1,8
0x13	1,9
0x14	2,0
0x15	2,1
0x16	2,2
0x17	2,3
0x18	2,4
0x19	2,5
0x1A	2,6
0x1B	2,8
0x1C	3,0
0x1D	3,2
0x1E	3,3
0x1F	3,5

Wird die volle Auflösung benötigt, kann über den DS128 in 100 mA-Schritten eingestellt werden.

6.3 Betriebsarten des Technologiemoduls StepDrive

Die Aufgabe des TM StepDrive ist die Positionierung eines Schrittmotors auf bestimmte vorgegebene Ziele (Positionierbetrieb (PM-Mode)) und das endlose Fahren mit definierten Frequenzen (Drehzahlbetrieb(TO-Mode)). Obendrein lassen sich zahlreiche Technologieparameter des TM StepDrive so anpassen, dass ein Optimum aus dem Schrittmotormodul und dem kundenseitigen Antriebssystem herausgeholt werden kann. Diese Themen werden in den folgenden Kapiteln näher erörtert.

6.4 Potenzialgruppe

Das TM StepDrive ist von den anderen Potenzialgruppen der BaseUnit rechts und links vom TM StepDrive potenzialgetrennt und benötigt in der Anschlussart „Endstufe“ eine eigene Spannungsversorgung an der Klemme L+.

Um Rückwirkungen auf benachbarte Module zu vermeiden, wird ausdrücklich empfohlen, ein separates Netzteil für die Motorspannung zu verwenden.

ACHTUNG – Mögliche Störung bzw. Fehlermeldung!

Beim Stecken eines TM StepDrive Moduls werden die Kondensatoren im Modul geladen. Abhängig von der Kapazität des Netzteils kann es dadurch an den bereits gesteckten Modulen zu Spannungseinbrüchen kommen. Diese können durch die Unterspannungserkennung Fehlermeldungen generieren.

- Das TM StepDrive Modul nur stecken, wenn die Versorgungsspannung vom Netz getrennt ist.

GEFAHR

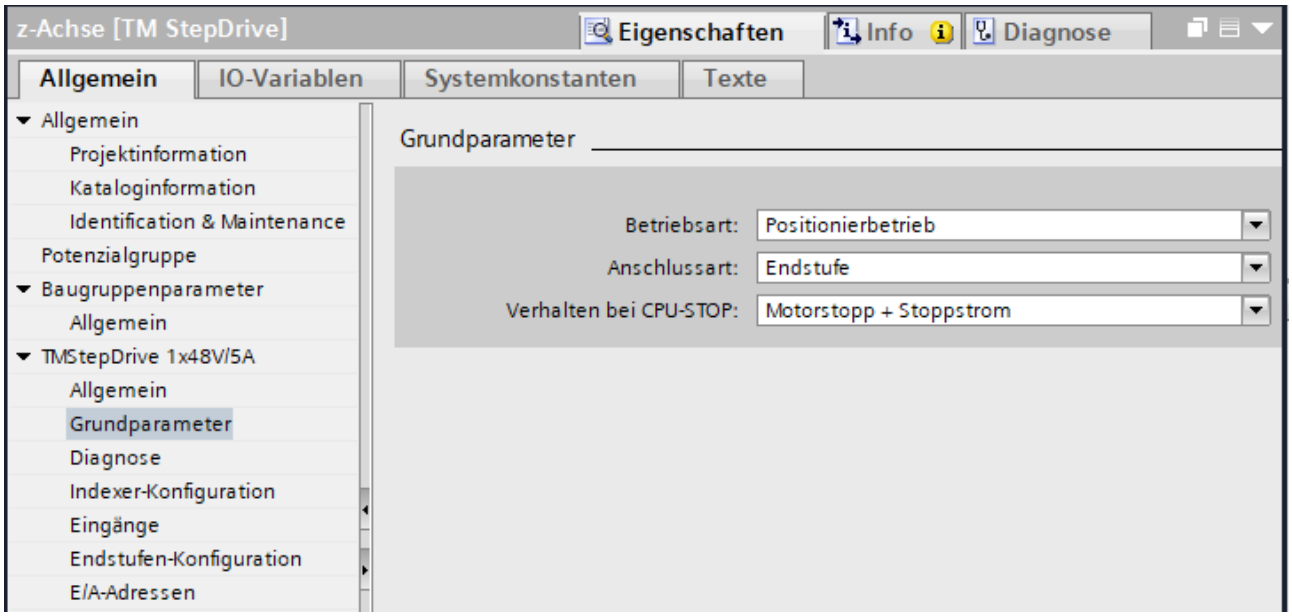
Gefahr durch Lichtbogen!

Durch das Abstecken des Moduls unter Spannung können die Kontakte zerstört werden.

- Niemals das TM StepDrive unter Spannung abstecken!

6.5 Konfiguration des Moduls

6.5.1 Grundparameter



6.5.1.1 Betriebsart

Auswahl einer Betriebsart.

- Positionieren bzw. Positionierbetrieb (**PM-Mode**)
- Steuerung über Technologieobjekt (**TO-Mode**)

6.5.1.2 Anschlussart

Auswahl einer Anschlussart

- „**Endstufe**“: Das TM-StepDrive verwendet die integrierte Endstufe zur Speisung eines Schrittmotors.
- **„Indexer“**: Das TM-StepDrive stellt die Ansteuersignale Takt und Richtung für eine separate externe Endstufe zur Verfügung.

6.5.1.3 Start

Funktionsbeschreibung

Der Parameter aktiviert bzw. deaktiviert die interne Leistungsendstufe (der Motor wird bestromt oder stromlos).

Nur mit „Aktivierung“ ist eine Bewegung eines an die Leistungsendstufe angeschlossenen Motors möglich!

.

Eine externe Endstufe, die an den Ausgängen CLK / DIR angeschlossen ist, wird mit Takt- und Richtungssignal versorgt.

6.5.1.4 Verhalten bei CPU-STOP

Der Parameter definiert das Verhalten des Moduls für den Fall, dass während eines Motorlaufs ein CPU-STOP erfolgt.

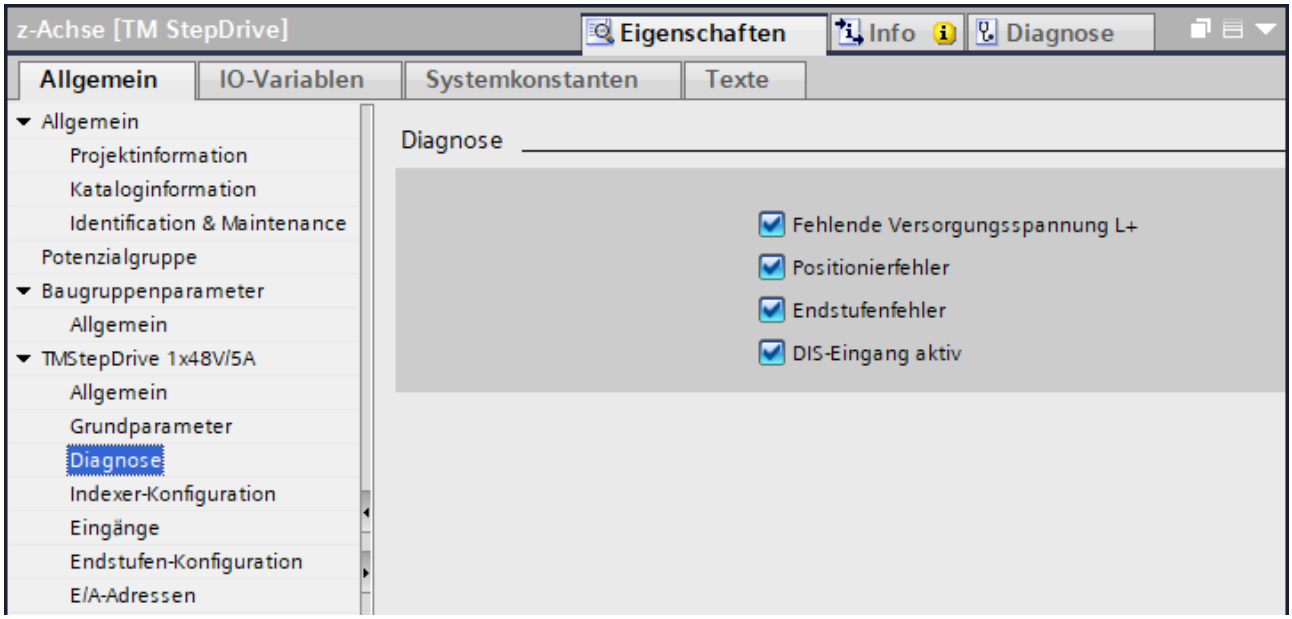
Motorstopp + Entregen:
der Motor wird angehalten, und die Leistungsendstufe wird deaktiviert (entregt).

Motorstopp + Stoppstrom:
der Motor wird angehalten, und die Leistungsendstufe verbleibt im Stoppstrom.

Positionierung abschließen + Entregen:
eine laufende Positionierung wird abgeschlossen, freier Lauf wird sofort gestoppt. Nach Motorstopp wird die Leistungsendstufe deaktiviert (entregt).

Positionierung abschließen + Stoppstrom:
eine laufende Positionierung wird abgeschlossen, freier Lauf wird sofort gestoppt. Nach Motorstopp verbleibt die Leistungsendstufe im Stoppstrom.

6.5.2 Diagnose



Die Modulüberwachung ist jederzeit aktiv. Ein erkannter Fehler löst nur dann einen Diagnosealarm aus, wenn bei den Diagnose-Kontrollkästchen der Diagnosetyp aktiviert ist.

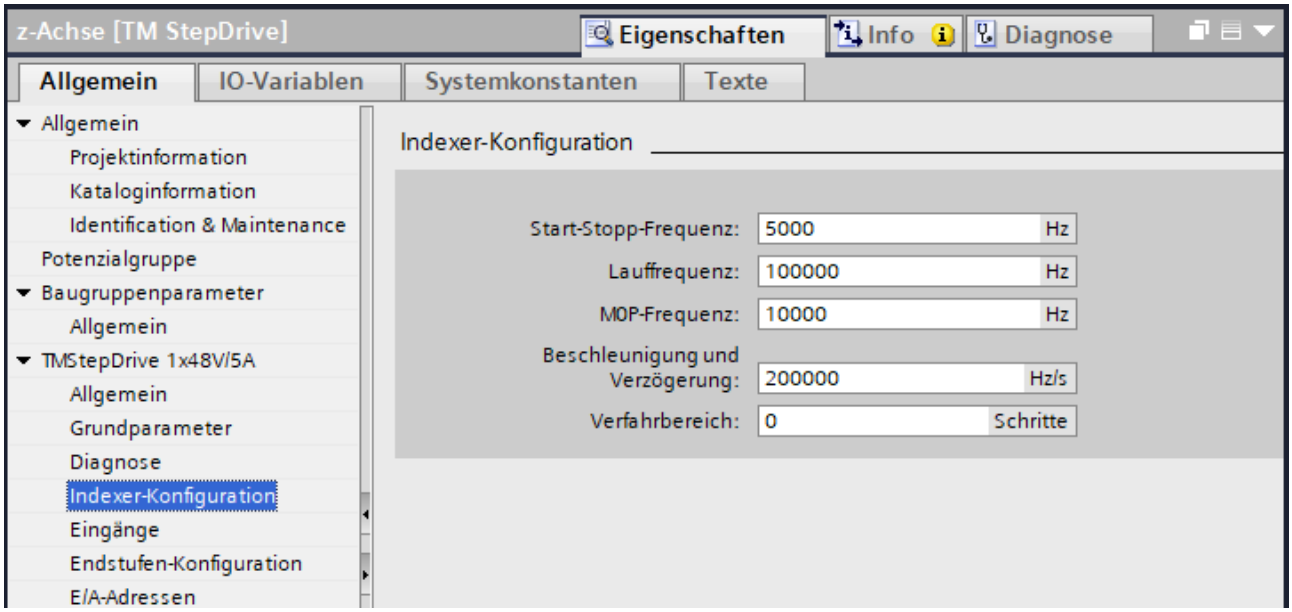
Diagnosetyp	**TM StepDrive Modulfehler**	**Standard-option**	**Diagnose-meldung**
Fehlende Versorgungsspannung L+	Fehlende Motorspannung	deaktiviert	17
Positionierfehler	Fehlerhafte Positionierung des Moduls (z.B. beim Positionieren wurde der Verfahrbereich überschritten).	deaktiviert	740
Endstufenfehler	Fehler in der Endstufe (z.B. Endstufentreiber ist nicht ansprechbar wegen eines Defekts).	deaktiviert	741
DIS-Eingang aktiv	Ein laufender Fahrauftrag wurde abgebrochen, weil der DIS-Eingang des Moduls aktiviert wurde.	deaktiviert	743

Bei Auslösung eines Diagnosealarms durch ein TM StepDrive Fehlerereignis geschieht folgendes:

- Die DIAG-Leuchte blinkt rot, wenn ein Diagnosealarm ansteht. Nachdem Sie den Fehler behoben haben, erlischt die Leuchte.
- Die Diagnose wird als Klartext in der Online- und Diagnoseansicht von STEP®7 (TIA Portal®) angezeigt.
- Optionen für die Reaktion einer CPU, die Ihr Steuerungsprogramm ausführt:
  - Die CPU wechselt nach STOP und unterbricht die Programmverarbeitung. Der Diagnose-Alarm-OB (z. B. OB 82) wird aufgerufen. Das Ereignis, das den Alarm ausgelöst hat, wird in die Startinformation des Diagnose-Alarm-OB geschrieben.
  - Die CPU bleibt auch dann in RUN, wenn in der CPU kein Diagnose-Alarm-OB vorliegt. Soweit möglich setzt das Technologiemodul den Betrieb fort, während der Fehler ansteht.
- Einzelheiten zum Fehlerereignis sind verfügbar, wenn Sie die RALRM-Programmanweisung (Alarmausleseinformationen) ausführen.

Siehe auch Kap. 14.2 (Diagnosealarme).

6.5.3 Indexer-Konfiguration



6.5.3.1 Start-Stopp-Frequenz (nur bei PM-Mode)

Die Start-Stopp-Frequenz ist die maximale Frequenz, bei der der Schrittmotor noch ohne Rampe starten oder stoppen kann, ohne dass Schrittverluste auftreten. Die Start-Stopp-Frequenz ist abhängig von verschiedenen Größen wie Motortyp, Last, Mechanik, Endstufe.

Dieser Wert entscheidet darüber, ob das Frequenzprofil des Motors trapezförmig oder rechteckig ist. Lauffrequenzen unterhalb dieses Wertes werden dem Motor spontan aufgeschaltet, d.h. ohne Rampe. Für Lauffrequenzen oberhalb des Wertes wird eine Rampe benutzt, d.h. der Motor wird mit konstanter Beschleunigung auf die Endfrequenz beschleunigt.

Diese Frequenz wird auch verwendet, um einen Endlagenschalter frei zu fahren.

Wert einstellbar von 1 Hz bis 250 kHz.

6.5.3.2 Lauffrequenz (nur bei PM-Mode)

Diese Frequenz wird für Positionierungen und für den freien Lauf verwendet.

Wert einstellbar von 1 Hz bis 250 kHz

6.5.3.3 Referenzfrequenz (nur bei TO-Mode)

Im TO-Mode wird die Lauffrequenz relativ zur Referenzfrequenz vorgegeben. Erlaubter Wertebereich ist -200% bis +200% der Referenzfrequenz.

Wert einstellbar von 1 Hz bis 125 kHz.

i Bei der Vorgabe muss berücksichtigt werden, dass das TM StepDrive Modul nur ganze Zahlenwerte verarbeiten kann, z.B. führt eine Frequenzvorgabe von 0,2 Hz zum Stillstand des Motors.

i Im TO-Mode wird das Modul durch ein Technologieobjekt angesteuert. Dort muss die Umdrehungsgeschwindigkeit des Schrittmotors angegeben werden. Der Zusammenhang zwischen Motordrehzahl n und Referenzfrequenz des Schrittmotormoduls ist wie folgt:

$f_{REF} = (n * s * m) / (60 \text{ sec/min})$ bzw.

$n = f_{REF} * (60 \text{ sec/min}) / (s * m)$

f_{REF} = Referenzfrequenz in Hz
n = Drehzahl in U/min
s = physikalische Schrittauflösung des Schrittmotors (typisch: 200 Schritte/U). Diese Information ist den technischen Daten des Schrittmotors zu entnehmen.
m = die Feinschrittauflösung in Mikroschritt pro Schritt

6.5.3.4 M0P-Frequenz (nur bei PM-Mode)

Diese Frequenz wird bei der Suche der Endlagenschalter oder des Referenzsensors verwendet. M0P bedeutet “Mechanischer Nullpunkt“ oder Referenzpunkt.

Mit der M0P-Frequenz wird die Taktfrequenz für die Referenzfahrt definiert.

Wert einstellbar von 1 Hz bis 250 kHz.

6.5.3.5 Beschleunigung und Verzögerung

Hier wird die Frequenzänderung in Hz/s während Beschleunigungs- und Bremsphase des Schrittmotors eingestellt.

Wert einstellbar von 100 Hz/s bis 100 MHz/s.

6.5.3.6 Verfahrbereich (nur im PM-Mode)

Der Wert legt fest, ob es sich um eine rotierende Achse oder um eine lineare Achse handelt. Bei einer rotierenden Achse wird hier eine Null eingestellt, d.h. die Achse wird nicht in ihrer Bewegung eingeschränkt. (0 → Rotationsachse)

Bei einer linearen Achse kann hier der maximale Verfahrbereich eingestellt werden. Dadurch wird eine Begrenzung der Achse per Software aktiviert. Zusätzlich zu den Endlagenschaltern kann hiermit die Bewegung der Achse eingeschränkt werden, um eine Fehlermeldung zu generieren, wenn die Achse z.B. außer Tritt gefallen ist. Der Einstellwert wird als Strecke in positiver und negativer Richtung interpretiert, z.B. Einstellwert 500.000 führt zu einem erlaubten Verfahrbereich von ± 500.000 Schritten.
Bereich von 1 bis (2^{16}-1) Schritt

6.5.4 Eingänge

Die Funktion der Eingänge unterscheidet sich je nach Betriebsart:

6.5.4.1 Betriebsart Positionieren (PM-Mode)

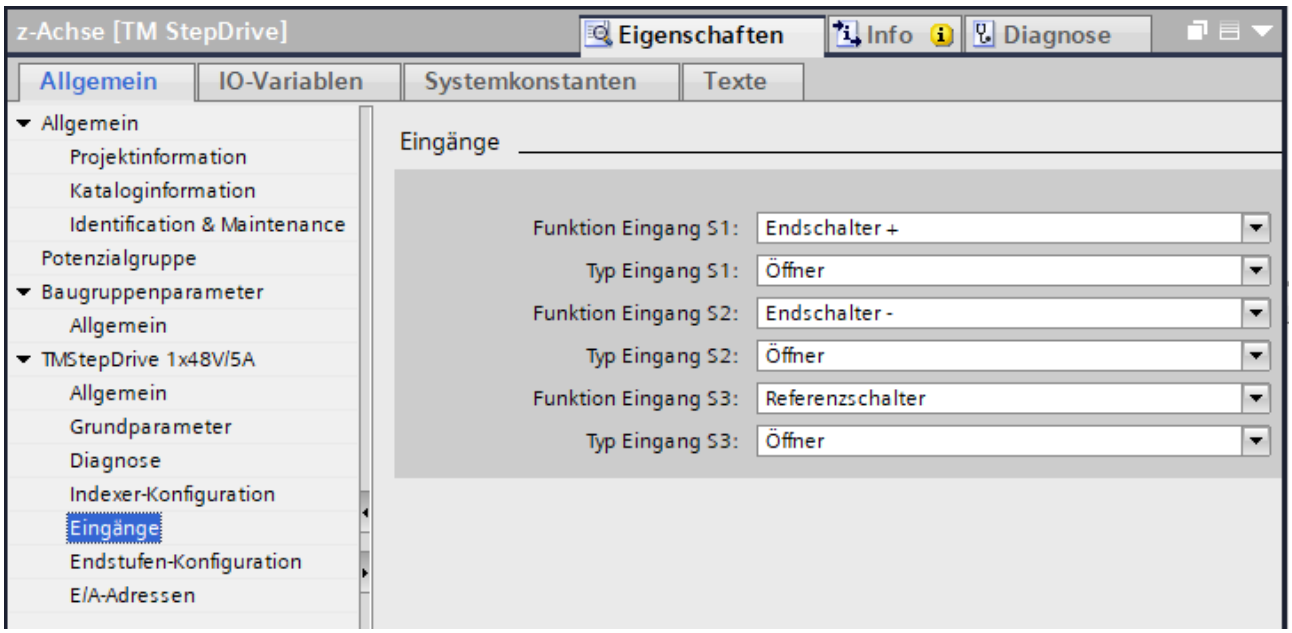
Die drei Parameter "Funktion Eingang S1/2/3" verknüpfen je einen Eingang mit seiner logischen Funktion. Jeder Eingang kann als linker Endschalter, rechter Endschalter, Referenzschalter verwendet werden oder unbenutzt bleiben. Jede logische Funktion darf nur einem Eingang zugewiesen werden.

Einstellbarer Wert:	keine
	Endschalter +
	Endschalter –
	Referenzschalter

Der Parameter „Typ Eingang S1/2/3“ legt fest, ob Sie für die Endlagenschalter Öffner (NC) oder Schließer (NO) verdrahten wollen.

Öffner bedeutet: die Endlagenschalter werden durch ein 0-Signal aktiviert.

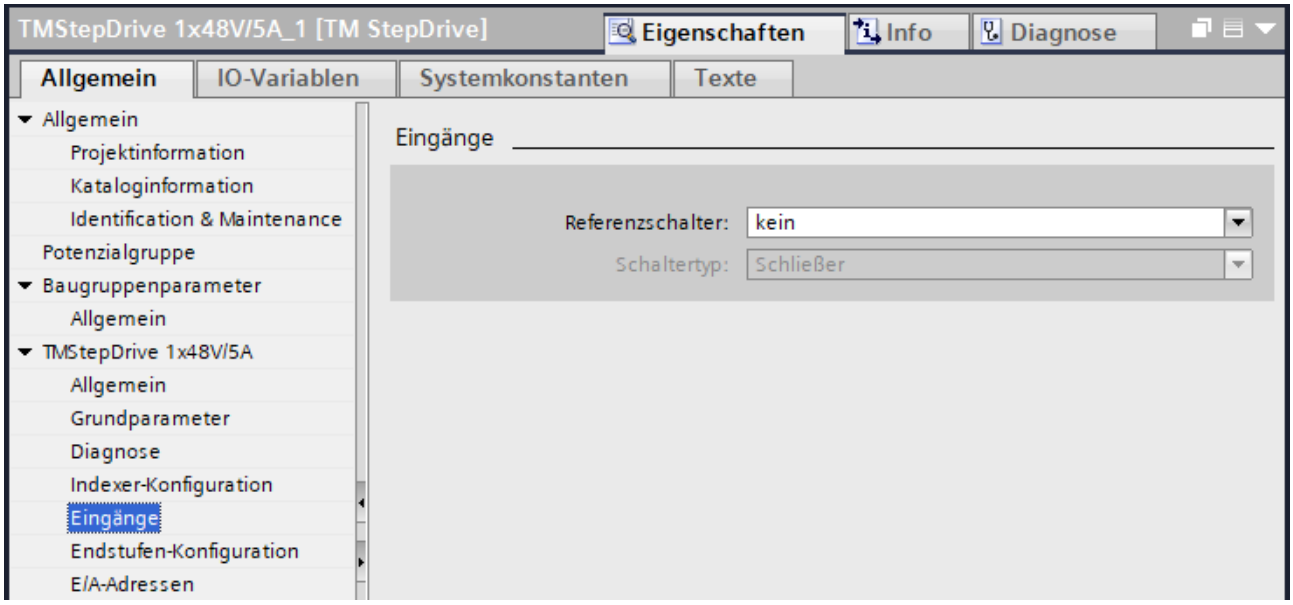
Schließer bedeutet: die Endlagenschalter werden durch ein 1-Signal aktiviert.



6.5.4.2 Betriebsart Technologieobjekt (TO-Mode)

In dieser Betriebsart gibt es nur einen Eingang als Referenzschalter. Mit diesem Parameter können Sie auswählen, welcher Eingang als Referenzschalter wirkt und seine Funktion als Öffner oder Schließer.

Die beiden übrigen Eingänge bleiben unbenutzt.



6.5.4.3 Öffner / Schließer

Der Eingang S1/2/3 kann für öffnende und schließende Schalter verwendet werden. Wird der Eingang benutzt, so wird sein Status mit der LED S1/2/3 angezeigt. Die LED leuchtet, wenn der Eingang aktiv ist. Also abhängig vom Schaltertyp leuchtet die LED, wenn ein Öffner geöffnet hat, oder wenn ein Schließer geschlossen hat.

Parametrierung der Endlagenschalter

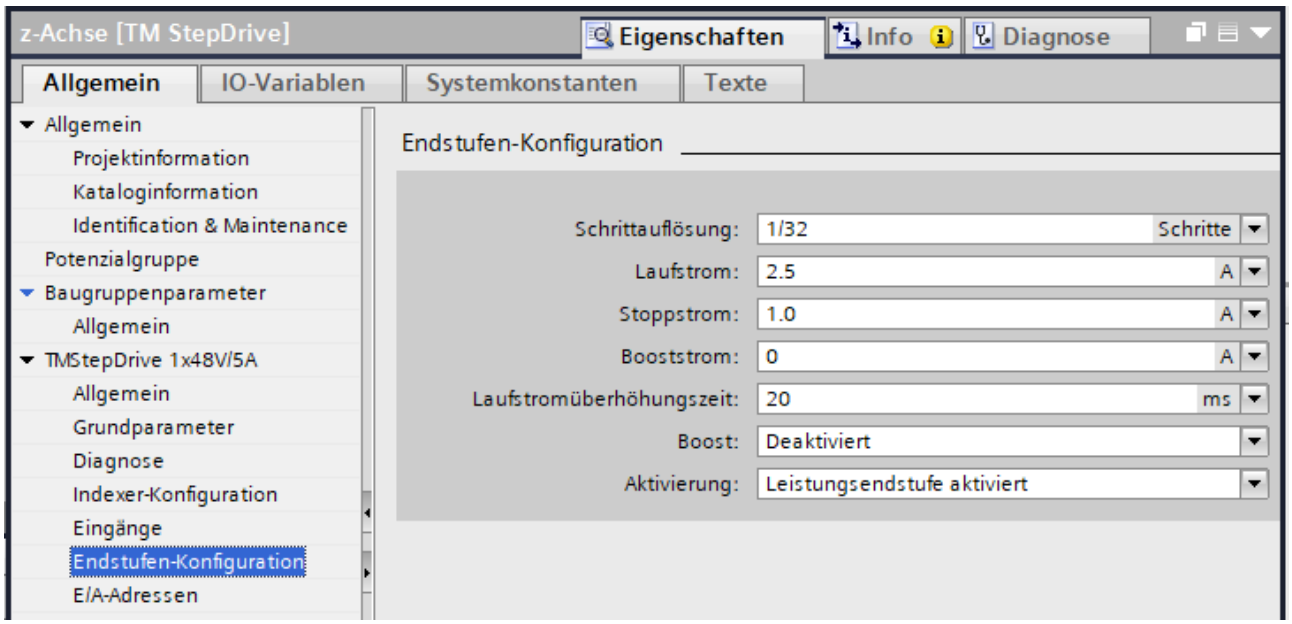
Mittels Parametrierung legen Sie fest, ob Sie für die Endlagenschalter Öffner (NC) oder Schließer (NO) verdrahten.

Öffner bedeutet: die Endlagenschalter werden durch ein 0-Signal aktiviert. Beim Erreichen der Endlagenschalter löschen Sie das zugehörige Steuerbit.

Schließer bedeutet: die Endlagenschalter werden durch ein 1-Signal aktiviert. Beim Erreichen der Endlagenschalter setzen Sie das zugehörige Steuerbit.

Wert einstellbar: 0 = Öffner; 1 = Schließer

6.5.5 Endstufen-Konfiguration



6.5.5.1 Schrittauflösung

Bei einem 2-phasigen Schrittmotor wird im Vollschrittbetrieb exakt die physikalische Auflösung des Motors erreicht. Bei einem 200-schrittigen Motor bedeutet dies eine erzielbare Auflösung (auch Vollschrittauflösung) an der Motorwelle von 200 Schritten pro Umdrehung.

Durch schaltungstechnische Maßnahmen lässt sich diese physikalische Auflösung erhöhen. Erhöht man die Auflösung beispielsweise um den Faktor 2, so spricht man von Halbschrittbetrieb. Der 200-schrittige Motor kann nun also 400 Schritte an der Motorwelle auflösen. Neben dem Vorteil der Erhöhung der Schrittanzahl pro Umdrehung fördert diese Ansteuerung auch einen ruhigeren Motorlauf und reduziert das Resonanzverhalten, das im Vollschrittbetrieb am stärksten ausgeprägt ist. Erhöht man die Schrittauflösung weiter, so spricht man von Viertelschritt, Achtelschritt, ...

Wert einstellbar:

0 = 1/1
1 = 1/2
2 = 1/4
3 = 1/8
4 = 1/16
5 = 1/32
6 = 1/64
7 = 1/128
8 = 1/256 eines Vollschritts

6.5.5.2 Laufstrom

Hier wird der Motorstrom bei Lauf definiert.

Wert einstellbar (in 100 mA-Schritten):

0 = nicht erlaubt
1 = 0,1 A_{eff}
35 = 3,5 A_{eff}

6.5.5.3 Stoppstrom

Hier wird der Motorstrom, auf den nach Ablauf der ‚Laufstromüberhöhungszeit' umgeschaltet wird, sobald der Motor angehalten wird, definiert.

Wert einstellbar (in 100 mA-Schritten):

0 = erlaubt
1 = 0,1
35 = 3,5 A_{eff}

6.5.5.4 Booststrom (nur im PM-Mode)

Dieser Parameter definiert den Motorstrom bei Beschleunigungs- und Bremsvorgängen, falls Boost aktiviert ist.

Wert einstellbar (in 100 mA-Schritten):
0 = erlaubt
1 = 0,1
35 = 3,5 A_{eff}

6.5.5.5 Laufstromüberhöhungszeit

Mit diesem Parameter wird die Zeit definiert, bis nach Motorstopp von Laufstrom nach Stoppstrom geschalten wird. Der Parameter sollte an die minimale Laufgeschwindigkeit angepasst werden.

Wert einstellbar:

0: 1 ms
1: 2 ms
2: 4 ms
3: 6 ms
4: 8 ms
5: 10 ms
6: 12 ms
7: 14 ms
8: 16 ms
9: 20 ms
10: 40 ms
11: 60 ms
12: 100 ms
13: 200 ms
14: 500 ms
15: 1000 ms

6.5.5.6 Boost bei Beschleunigung (nur im PM-Mode)

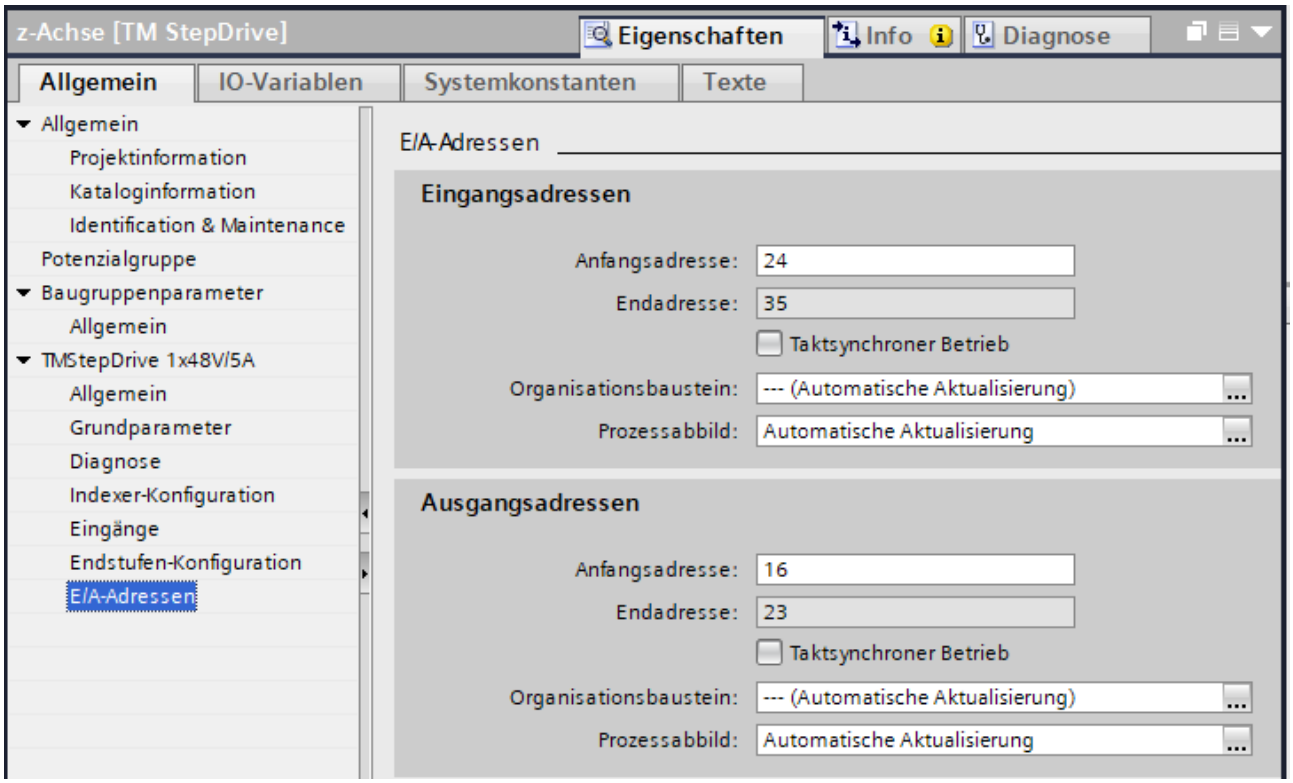
Wird der Parameter zu Eins gesetzt, so wird während Beschleunigung und Bremsvorgang ein anderer Strom verwendet als bei der Bewegung mit konstanter Frequenz. Dieser wird mit dem Parameter Booststrom eingestellt.

6.5.5.7 Schritte pro Umdrehung (nur im TO-Mode)

Durch diesen Parameter wird der CPU mitgeteilt, welche Schrittzahl einer Motor-umdrehung entspricht. Der Parameter hängt von der eingestellten Schrittweite und dem angeschlossenen Motor ab, z.B.

- 1/8-Schritt, 200-schrittiger Motor: 200 * 8 = 1600
- 1/16-Schritt, 500-schrittiger Motor: 500 * 16 = 8000

6.5.6 E/A-Adressen



Sie können die Basisadressen für die Steuer- und die Rückmeldeschnittstelle zuweisen. Ihre Programmlogik nutzt die in diesen Adressen gespeicherten Werte zur Ansteuerung des TM StepDrive-Ausgangs und zum Lesen der Rückmeldesignale vom Modul.

Betriebsart	**Eingangsadressen (I-Adressen)**	**Ausgangsadressen (Q-Adressen)**
Positionieren	12-Byte	8-Byte
Technologieobjekt	18-Byte	10-Byte

Ausgangsadressen

Anfangsadresse: Zuweisen einer Anfangsadresse bis 8 (bzw. 10) Byte (Q-Adressen) für die Steuerschnittstelle eines Kanals.

Endadresse: Die Endadresse der Steuerschnittstelle ist ein berechnetes schreibgeschütztes Feld.

Eingangsadressen

Anfangsadresse: Zuweisen einer Anfangsadresse bis 12 (bzw. 18) Byte (I-Adressen) für die Rückmeldeschnittstelle eines Kanals.

Endadresse: Die Endadresse der Rückmeldeschnittstelle ist ein berechnetes schreibgeschütztes Feld.

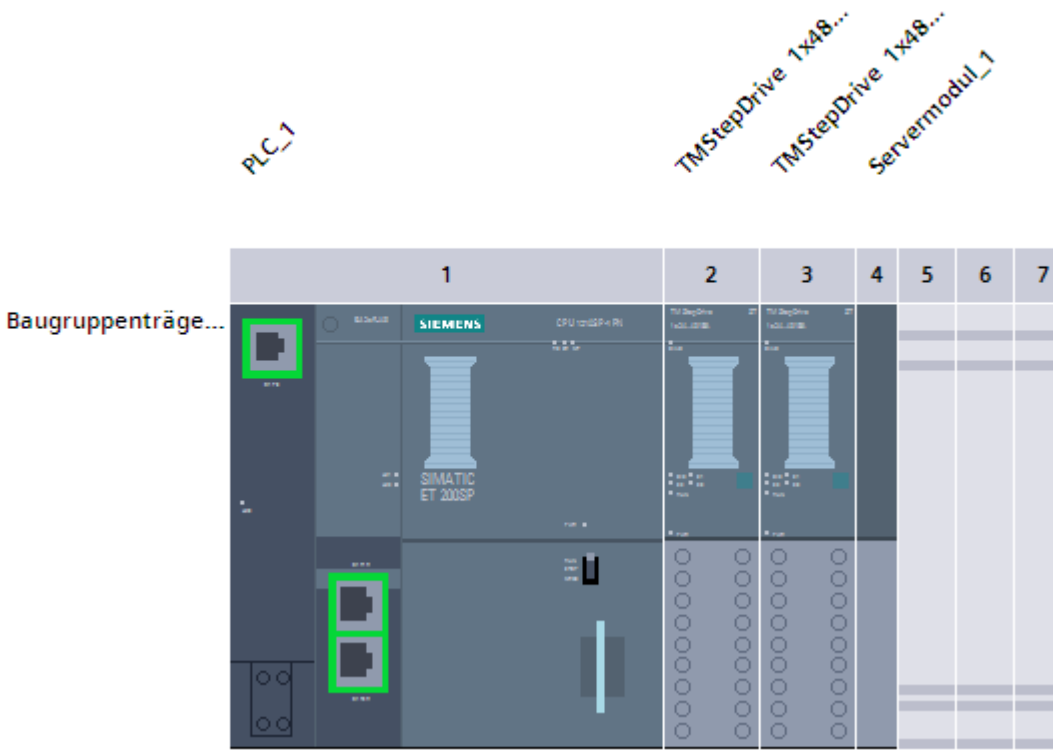
Taktsynchroner Betrieb

Das Kontrollkästchen für taktsynchronen Betrieb wird nur angezeigt, wenn die Systemhardware den taktsynchronen Betrieb unterstützt.

6.6 Projektierung des Moduls via TIA Portal®

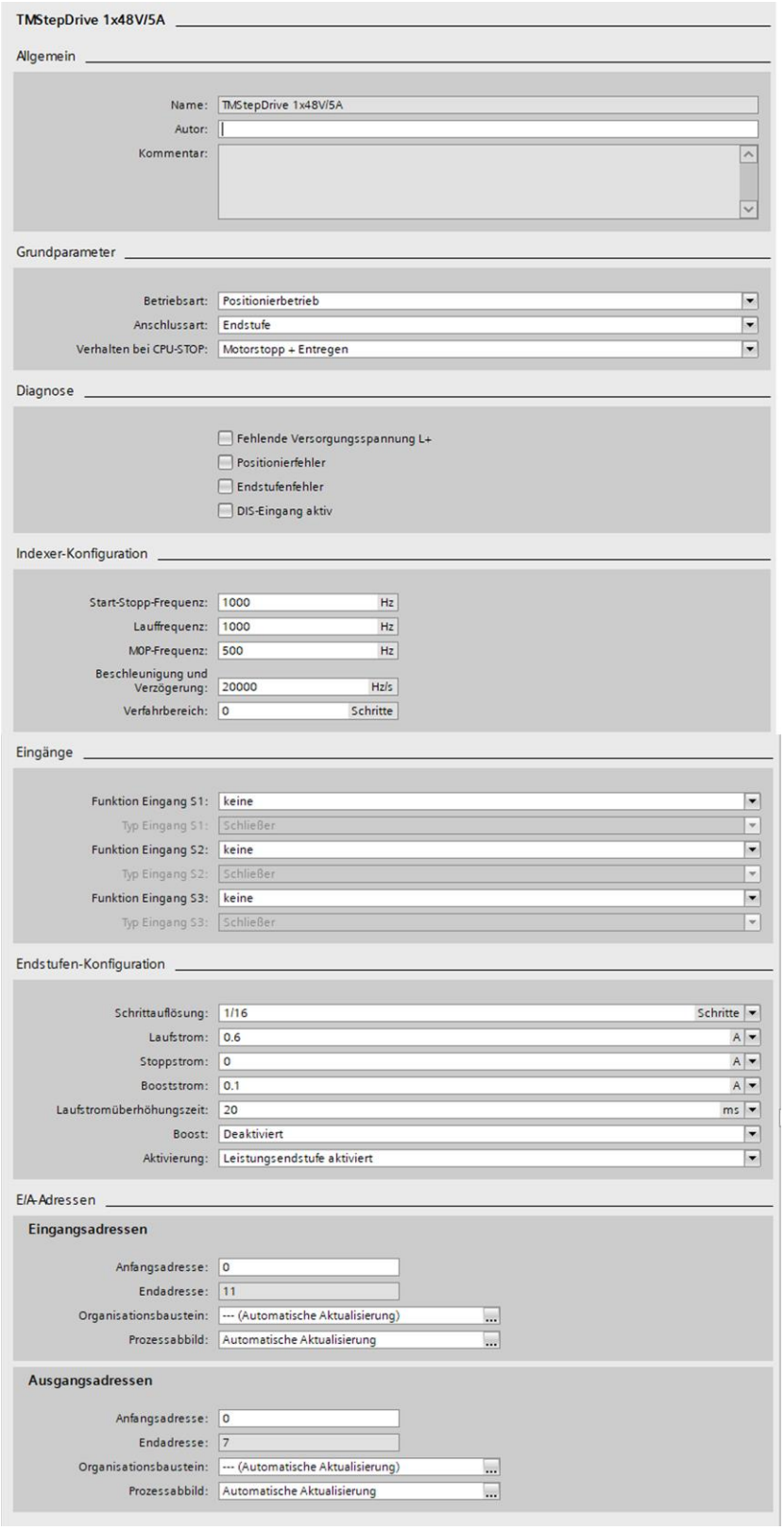
Zuerst müssen Sie die Hardware-Konfiguration Ihrer vorhandenen ET 200®SP-Station anpassen. Hier folgt exemplarisch die Schritt-für-Schritt Projektierung für ein Projekt mit dem Modul TM StepDrive. Die Schritte 5 bis 7 müssen nur einmalig ausgeführt werden.

1. Starten Sie Step 7 (TIA-Portal®).
2. Wählen Sie in der Portalansicht „Neues Projekt erstellen“. Vergeben Sie einen neuen Projektnamen.
3. Wählen Sie nun „Ein Gerät konfigurieren“ → „Neues Gerät hinzufügen“.
4. Fügen Sie die von Ihnen verwendete Siemens Station hinzu.
5. Mit „Extras → Support Packages“ im Dialog „Detailinfomation, Installation von Support Packages“ auf „Aus dem Dateisystem hinzufügen“ klicken.
6. Die HW-Beschreibungsdatei „HSP0191 ET200SP TM STEP DRIVE“ von der CD auswählen (HSP TIA) und auf „Öffnen“ klicken.
7. Nachdem die Datei kopiert wurde, diese in der Auswahlliste markieren und auf „Installieren“ klicken.
8. Ist die Datei erfolgreich installiert worden, so kann nun das TM StepDrive im Hardwarekatalog ausgewählt werden.
9. Wählen Sie aus dem Hardwarekatalog sämtliche Einträge der angeschlossenen HW-Module per Drag and Drop aus: z.B. ET 200SP (IM155-6 PN HF), DI, DQ, TM StepDrive, Servermodul usw.
10. Rufen Sie durch einen Doppelklick auf das Modul die Maske „Eigenschaften TM StepDrive" auf.
11. In der Registerkarte E/A-Adressen finden Sie die Adressen des Steckplatzes, auf den Sie das TM StepDrive gezogen haben. Merken Sie sich diese Adressen für die spätere Programmierung.
12. In der Registerkarte TMStepDrive können Sie die Voreinstellungen für das TM StepDrive an ihre gewünschte Projektierung anpassen. Wenn Sie keine Endlagenschalter am TM StepDrive anschließen, stellen Sie die Eingänge S1, S2, S3 auf „Keine“ und alle Eingänge auf „Schließer" ein. Speichern und übersetzen Sie Ihre Konfiguration mit ,und übertragen Sie die Konfiguration im Zustand STOP der CPU mit „Online > Laden in Gerät".


PLC_1
TMStepDrive 1x48...
TMStepDrive 1x48...
Servermodul_1
Baugruppenträge...
1
2
3
4
5
6
7
SIEMENS
SIMATIC
ET 200SP

6.7 Parametrierung des Moduls via TIA Portal®

In einem nächsten Schritt stellen Sie die Parameter für das TM StepDrive mit TIA Portal® ein.



6.7.1 Parameter (DS128)

Einleitung

Beim Einschalten der Anlage werden die projektierten Parameter von der CPU per DS128 zur Baugruppe übertragen. Die Parameter können im Betrieb durch das Anwender-programm geändert werden (siehe Kapitel 12).

Die Parameter sind im Kapitel 6.5 erläutert.

6.7.2 Ursachen für Parametrierfehler

- Unzulässige Kombination der Funktionen der Digitaleingänge (zwei Endlagenschaltern ist die gleiche Funktion zugeordnet)
- Verfahrbereich außerhalb des Wertebereichs
- Unzulässige Schrittauflösung
- Unzulässige Stromvorgabe
- Unzulässige Frequenzeinstellung

Siehe Kapitel 14.

6.7.3 Demoprojekt

Ein Demoprojekt mit Bausteinen (ab TIA Portal V15) steht zum Download von der Phytron website zur Verfügung.

7 Programmsteuer- und Rückmeldeschnittstelle

Über die Steuer- und Rückmeldeschnittstelle werden Daten von der CPU zum Modul geschrieben, und Daten des Moduls von der CPU ausgelesen (optional taktsynchron).

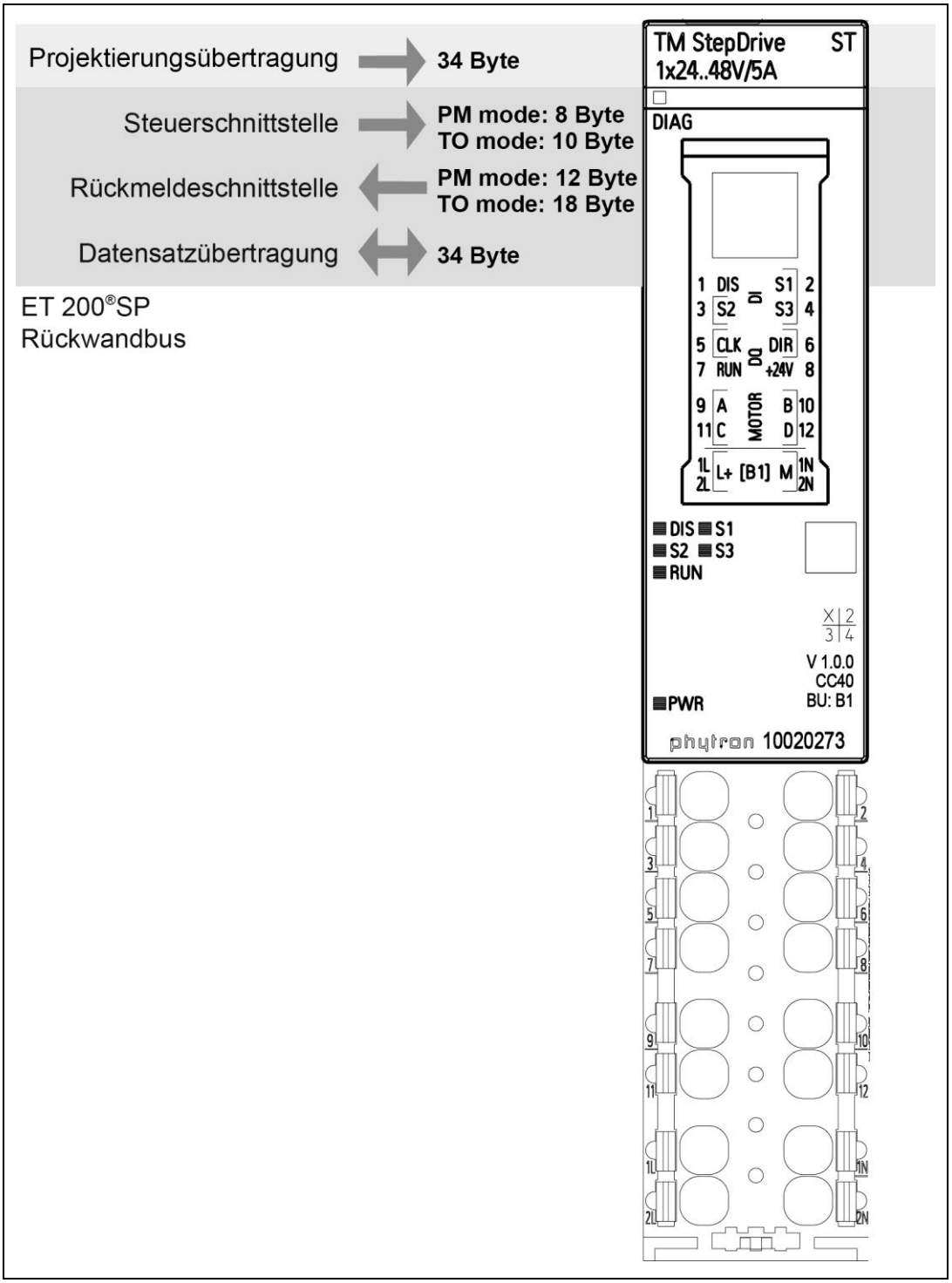


Abb. 10: Datenschnittstellen

7.1 Steuerschnittstelle im PM-Mode

Die Steuerschnittstelle ist tabellarisch im Kapitel 13 dargestellt.
Die Adressangaben im Beispiel beziehen sich auf eine Projektierung, bei der das Modul Eingangsadressen von 0 bis 11 zugewiesen bekommen hat.

7.1.1 Steuerwert

Abhängig vom Fahrbefehl wird der Steuerwert bei Positionierungen als absolute Zielposition oder relativ zu verfahrende Strecke, bei freiem Lauf als Frequenzvorgabe und bei einer Referenzfahrt als Offset interpretiert. (Datentyp 32 Bit, DEZ+/-, Adresse QD0)

7.1.2 Fahrbefehl

Mit diesem Wert (Datentyp 8 Bit, DEZ, Adresse QB4) wird dem Modul ein neuer Befehl übergeben. Zulässige Betriebsarten sind:

0. keine Funktion
1. Fahren auf absolute Position (Steuerwert). Die Richtung der Positionierung ergibt sich aus Sollwert (Steuerwert) und Istwert (aktuelle Motorposition).
2. Verfahren um eine relative Strecke (Steuerwert). Die Richtung der Positionierung wird durch das Vorzeichen des Steuerwerts festgelegt.
3. Referenzsuche: Das Vorzeichen des Steuerwerts definiert die Richtung in der die Suche gestartet wird. Einfluss auf den Ablauf der Suche haben auch die Steuerbits " Referenzieren mit Offset" und " Referenzieren auf Referenzsensor ". Siehe Kapitel 8.2.3.
4. Freier Lauf mit konstanter Frequenz (Steuerwert). Das Vorzeichen des Steuerwerts definiert die Richtung des freien Laufs.
5. Positionszähler auf Steuerwert setzen
6. Motorstopp
7. Nothalt

i Geänderte Frequenz- oder Rampenwerte werden erst nach Motorstopp verarbeitet. Wir empfehlen Fahrparameter bei Stillstand des Antriebs zu ändern (Ausnahme: der Laufstrom kann während einer Bewegung geändert werden).

i Bei freiem Lauf ist eine Frequenzänderung während des Laufs möglich, d.h. ein neuer Frequenzwert wird direkt übernommen.

7.1.3 Rückmelde-Betriebsart einstellen

Hiermit wird festgelegt (Datentyp 8 Bit, DEZ, Adresse QB5), welcher Wert in der Rückmeldeschnittstelle als Rückmeldewert übertragen wird:

0. kein Rückmeldewert
1. Restweg (nur bei Positionierungen)
2. aktuelle Frequenz

7.1.4 Fehler-Reset

Der Parameter (Datentyp Einzelbit, BOOL, Adresse Q6.6) veranlasst das Modul anstehende Fehlermeldungen zu löschen:

0. keine Aktion
1. Fehlermeldungen löschen

7.1.5 Offset bei Referenzsuche fahren

Ist dieses Bit gesetzt (Datentyp Einzelbit, BOOL, Adresse Q6.1), wird der Steuerwert als Offset interpretiert. Nach erfolgreicher Suche des Referenzpunkts wird dieser Offset vom Schalter weg angefahren. Der Positionszähler bleibt unverändert.

7.1.6 Referenzschalter bei Referenzsuche berücksichtigen

Ist dieses Bit gesetzt (Datentyp Einzelbit, BOOL, Adresse Q6.0), wird eine erweiterte Referenzfahrt durchgeführt. Anschließend an die erfolgreiche Suche eines Endlagenschalters wird noch der Referenzschalter ausgewertet. Dann wird optional noch ein Offset gefahren.

7.2 Rückmeldeschnittstelle in PM-Mode

Die Rückmeldeschnittstelle ist tabellarisch im Kapitel 13 dargestellt.
Die Adressangaben im Beispiel beziehen sich auf eine Projektierung, bei der das Modul Ausgangsadressen von 0 bis 7 zugewiesen bekommen hat.

7.2.1 Position

Der hier übertragene Wert entspricht der aktuellen Schrittmotorposition (Datentyp 32 Bit, DEZ+/-, Adresse ID0).

7.2.2 Rückmeldewert

Abhängig von der Einstellung in Byte 5 der Steuerschnittstelle wird hier entweder nichts angezeigt oder bei Positionierungen die restliche noch zu verfahrende Strecke oder die aktuelle Frequenz (Datentyp 32 Bit, DEZ+/-, Adresse ID4).

Die Daten von Steuerschnittstelle und Rückmeldeschnittstelle können taktsynchron übertragen werden.
Das bedeutet aber nicht, dass z.B. bei Vorgabe eines neuen Frequenzwertes dieser sofort in der Rückmeldeschnittstelle sichtbar wird. Der Wert in der Rückmeldeschnittstelle entspricht der aktuell vom Motorcontroller ausgegebenen Frequenz.

7.2.3 Eingestellter Rückmeldewert

Hier wird die Einstellung von Byte 5 der Steuerschnittstelle angezeigt (Datentyp 8 Bit, DEZ, Adresse IB8).

7.2.4 Rückmeldebits in Byte 9 ...11

Bit-adresse	**Name**	**Bedeutung**
I9.0	Eingang 3	ist aktiv, wenn Eingang 3 im aktiven Zustand ist.
I9.1	Eingang 2	ist aktiv, wenn Eingang 2 im aktiven Zustand ist.
I9.2	Eingang 1	ist aktiv, wenn Eingang 1 im aktiven Zustand ist.
I9.3	Referenzsuche erfolgreich beendet	wird gesetzt, wenn die bei einer Referenzfahrt der Nullpunkt der Achse gefunden wurde.
I9.4	Referenzsuche wird ausgeführt	ist gesetzt, während die Achse eine Referenzfahrt ausführt.
I9.5	Entregt	wird gesetzt, wenn die Endstufe den Motor nicht bestromt.
I9.6	Rampe	wird gesetzt, wenn der Motor beschleunigt oder abbremst.
I9.7	Motor läuft	wird gesetzt, wenn der Motor läuft und zurückgesetzt, wenn der Motor steht.

Bit-adresse	Name	Bedeutung
I10.0	Drehrichtung	wird gesetzt, wenn der Motor in negativer Richtung dreht
I10.2	Hardware Endschalter aktiv	wird gesetzt, wenn bei einem Fahrauftrag ein als Endschalter parametrierter Eingang aktiv wird.
I10.3	Software Endschalter aktiv	wird gesetzt, wenn bei einem Fahrauftrag die Strecke über den parametrierten Wert der Streckenbegrenzung überschritten wird.
I10.4	Endschalter Fehler	wird gesetzt, wenn die Parametrierung der Endschalter fehlerhaft ist, z.B. wenn zwei Schaltern die identische Funktion zugeordnet wurde.
I10.5	Interner Fehler	wird gesetzt, wenn eine Störung oder ein Defekt des Moduls besteht.
I10.6	Endstufenfehler	wird gesetzt, wenn einer der folgenden Fehler auftritt durch den die Endstufe zum Selbstschutz abgeschaltet wurde: Unterspannung detektiert, Temperatur von 105°C überschritten.
I10.7	Positionsfehler	wird gesetzt, - wenn bei einer Positionierung ein Software- oder Hardware-Endschalter überfahren wird, oder - wenn beim Referenzieren ein Schalter nicht innerhalb der Streckenbegrenzung gefunden wurde, oder - wenn beim Referenzieren der falsche Endschalter angesprochen hat. Tritt der Fehler beim Referenzieren auf, wird außerdem das Bit "*Endschalter Fehler*" gesetzt.
I11.0	Vorwarntemperatur	wird aktiviert bei einer Platinen-Temperatur größer 85 °C und wieder gelöscht, wenn die Temperatur niedriger ist.

Bit-adresse	Name	Bedeutung
I11.1	Abschalttemperatur	wird gesetzt, wenn die Platinen-Temperatur über 105 °C erreicht hat, und muss per Anwenderprogramm gelöscht werden (Steuerbit Fehler-Reset).
I11.2	Keine Lastspannung	wird gesetzt, wenn die Lastspannung fehlt und wieder gelöscht, wenn sie wieder anliegt.
I11.3	DIS-Eingang aktiv	wird gesetzt, wenn der Eingang "DIS" aktiv ist.
I11.4	Ungültiger Steuerwert	wird gesetzt, wenn in den Steuerdaten ein ungültiger Steuerwert eingestellt wird, z.B. eine zu hohe Frequenz für den freien Lauf.
I11.5	Ungültiger OP-Mode (Fahrbefehl)	wird gesetzt, wenn in den Steuerdaten ein ungültiger Wert für den Fahrbefehl eingestellt wurde.
I11.6	Ungültige Rückmelde-Betriebsart	wird gesetzt, wenn in den Steuerdaten ein ungültiger Wert für die Rückmelde-Betriebsart eingestellt wurde.
I11.7	READY	wird gesetzt, wenn das Modul bereit ist einen neuen Fahrauftrag anzunehmen.

7.3 Datensatzübertragung

Alle Parameter des Datensatzes 128 (DS128) werden durch die Projektierung voreingestellt.

Der komplette Datensatz der Leistungsendstufe kann aber auch zur Laufzeit in das Technologiemodul TM StepDrive übertragen werden.

Die Parameteränderung erfolgt mit dem Mechanismus „Datensatz Lesen / Schreiben“. Im TIA Portal® stehen dafür die Systemfunktionen WRREC (Datensatz schreiben) und RDREC (Datensatz lesen) zur Verfügung.

i Wenn das Schreiben der Parameter "Lauffrequenz" oder "Beschleunigung und Verzögerung" während eines laufenden Fahrbefehls "Fahren auf absolute Position" oder "Verfahren um eine relative Strecke" erfolgt, werden die Parameter erst nach Abschluss der Positionierung übernommen. Das Rücklesen aus dem Modul ist zu jeder Zeit möglich.

Die Datensätze 128 und 245 sind im Kapitel 12 tabellarisch beschrieben.

i Der Datensatz kann **ohne** Einschränkung gelesen werden.

8 Betrieb des TM StepDrive als Positioniersteuerung (PM-Mode)

Eine der Aufgaben des TM StepDrive ist die Positionierung eines Schrittmotors auf bestimmte vorgegebene Ziele. In den folgenden Kapiteln wird das Fahren im Positionierbetrieb (PM-Mode) näher erläutert.

8.1 Verfahrkurve

Drehzahl des Schrittmotors

Die Drehzahl eines Schrittmotors wird üblicherweise in U/min angegeben. Aus Sicht des Schrittmotormoduls wird jedoch an den Ausgangsklemmen eine Frequenz ausgegeben (Lauffrequenz f_{RUN}). Der Zusammenhang zwischen der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schrittmotors (Drehzahl n) und der ausgegebenen Frequenz (f_{RUN}) des Schrittmotormoduls ist wie folgt:

$f_{RUN} = (n * s * m) / (60 \text{ sec/min})$ bzw.

$n = f_{RUN} * (60 \text{ sec/min}) / (s * m)$

f_{RUN} = Lauffrequenz in Hz
n = Drehzahl in U/min
s = physikalische Schrittauflösung des Schrittmotors (typisch: 200 Schritte/U). Diese Information ist den technischen Daten des Schrittmotors zu entnehmen.
m = die Feinschrittauflösung in Mikroschritt pro Schritt

Allgemeine Verfahrkurve des TM StepDrive

Die Start-Stopp-Frequenz entscheidet über die Form der Verfahrkurve. Beim Positionieren wird normalerweise immer eine trapezförmige Verfahrkurve verwendet, d.h. der Beschleunigungsvorgang startet bei null und nicht bei der eingestellten Start-Stopp-Frequenz.

1) Der Schrittmotor beschleunigt über eine parametrierbare Rampe auf die gewünschte Lauffrequenz f_{RUN}.
2) Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit. Die systembedingte Frequenz f_{max} limitiert die maximal mögliche Geschwindigkeit des Antriebssystems.
3) Der Schrittmotor wird per Rampe abgebremst.

Die Eckgrößen der Verfahrkurve resultieren aus der von Ihnen gewählten Parametern Lauffrequenz f_{RUN} und Beschleunigung a_{RAMP}.

Liegt die eingestellte Verfahrfrequenz unterhalb der Start-Stopp-Frequenz wird ohne Beschleunigungs- und Bremsrampe verfahren (Rechteckige Verfahrkurve)

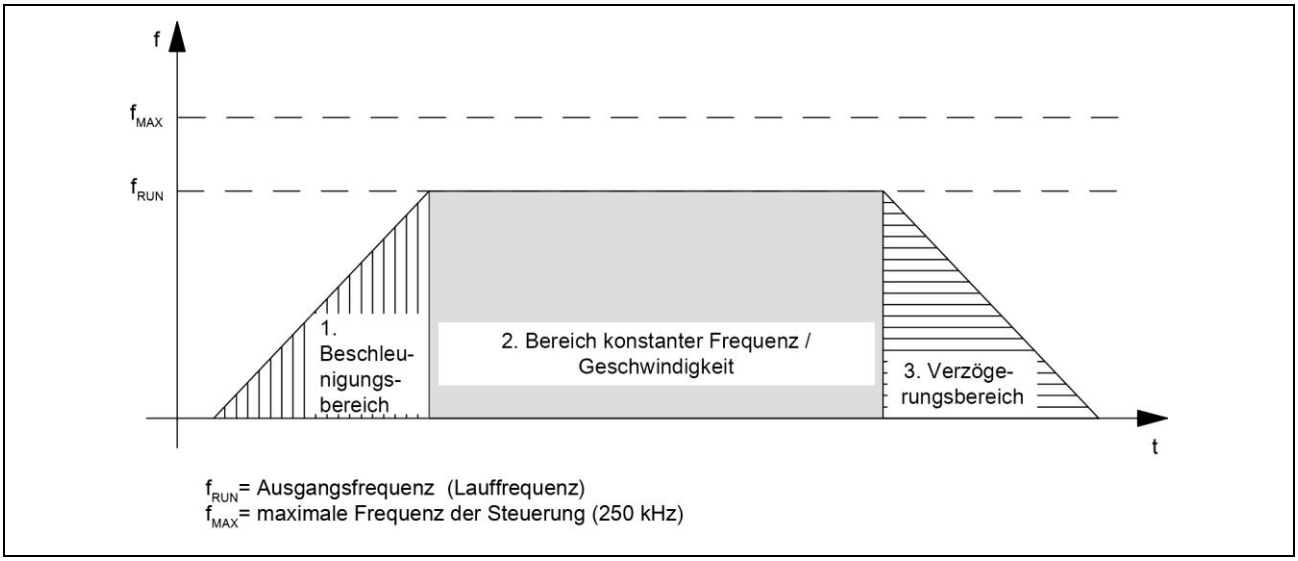


Abb. 11: Verfahrkurve des TM StepDrive bei Positionierung

f_{RUN} = Lauffrequenz
f_{max} = systembedingte, maximale Frequenz der Schrittmotorsteuerung TM StepDrive

Lauffrequenz / Geschwindigkeit f_{RUN}

Die Lauffrequenz kann für jede Fahrt unterschiedlich eingestellt werden (DS128).

Ist die gewählte Lauffrequenz kleiner als die eingestellte Start-Stopp-Frequenz f_{ss} wird die eingestellte Frequenz ohne Rampe angefahren (rechteckiges Verfahrprofil).

i Achten Sie darauf, dass die Schrittauflösung ebenfalls Einfluss auf die Drehzahl des Motors hat, aber nicht mit einem Fahrbefehl übergeben wird.

Start-Stopp-Frequenz f_{ss}

Die Start-Stopp-Frequenz f_{ss} ist diejenige Frequenz, auf die der Motor unter Belastung aus dem Stillstand beschleunigt werden kann, ohne die Synchronisierung zum elektrischen Feld zu verlieren, und somit ohne Schritte zu verlieren.

Die maximal mögliche Start-Stopp-Frequenz f_{ss} hängt im Wesentlichen vom Trägheitsmoment, sowie von der Reibung des Systems ab.

Maximale Frequenz / Geschwindigkeit der Achse $f_{zulässig}$

Bei der Auswahl Ihres Schrittmotors müssen Sie Folgendes beachten:

Die maximale Frequenz bzw. Geschwindigkeit ist durch Ihre Anwendung bestimmt. Bei dieser Frequenz muss der Motor noch ein genügend großes Drehmoment aufbringen, um seine Last zu bewegen.

Mit der entsprechenden Kennlinie können Sie die maximal zulässige Frequenz $f_{zulässig}$ ermitteln. Beachten Sie auch hier, einen genügend großen Sicherheitsabstand einzukalkulieren.

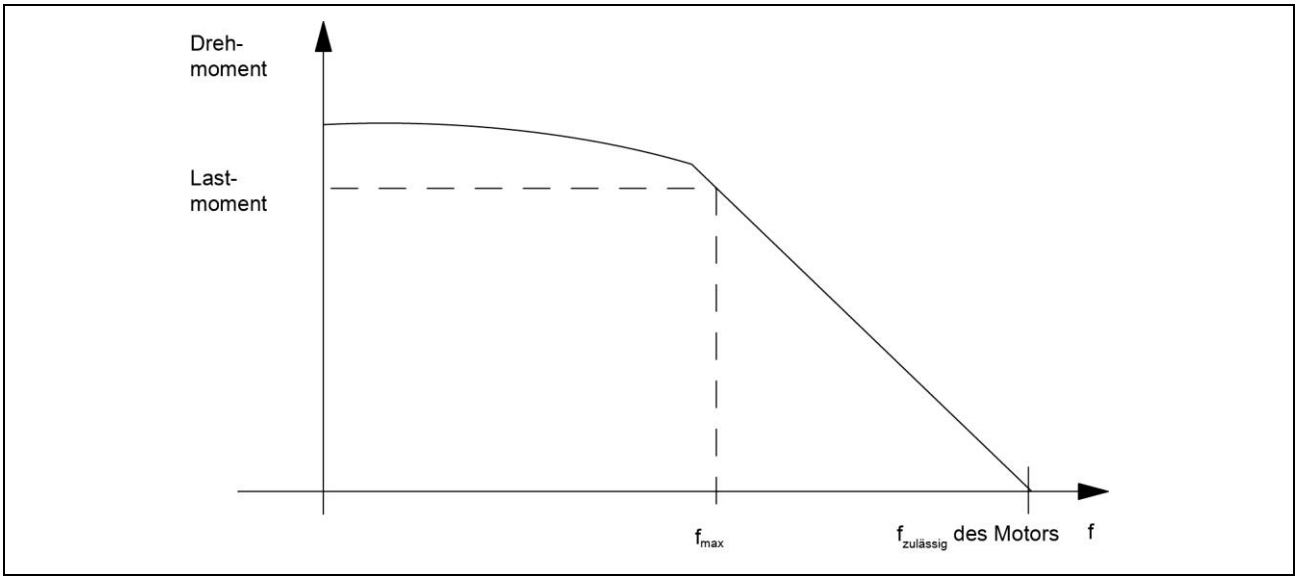


Abb. 12: Drehmomenten-Kennlinie eines Schrittmotors

Beschleunigung / Verzögerung a

Die maximal zulässige Beschleunigung / Verzögerung hängt von der zu bewegenden Last ab. Der Motor muss ein genügend großes Drehmoment aufbringen, um die Last ohne Schrittverlust zu beschleunigen oder zu verzögern.

Weitere Kriterien zur Festlegung der Beschleunigung bzw. der Verzögerung, wie z. B. sanftes Anfahren und Abbremsen, müssen Sie je nach Anwendung ebenfalls beachten.

Sollte der Schrittmotor in der Beschleunigungsphase durch einen Resonanzbereich fahren müssen, so sollte entweder die Rampe steil parametriert werden, um den Resonanzbereich schnell zu durchfahren oder das mechanische System mittels Dämpfer gedämpft werden.

8.2 Fahrbefehle

In diesem Kapitel werden die zulässigen Betriebsarten beim Positionieren erklärt:

8.2.1 Fahren auf absolute Position

Funktionsbeschreibung

Bei der absoluten Positionierung können Sie den Schrittmotor an eine vorgegebene Position bewegen und somit eine bestimmte Position anfahren.

Die Position legen Sie beim Start fest. Die Richtung und die Wegstrecke der Fahrt bestimmt das TM StepDrive selbständig anhand der Ausgangsposition (Positions-Istwert).

Fahrauftrag für absolute Positionierung

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Steuerwert = Zielposition
- Fahrbefehl = 1
- Beschleunigung und Lauffrequenz über DS128

i Die Achse muss referenziert sein, sonst wird der Befehl nicht akzeptiert. Referenzieren kann entweder durch eine Referenzpunktsuche oder durch Setzen der Position erfolgen.

i Wenn der Parameter "Verfahrbereich" einen Wert ungleich Null hat, überprüft das TM StepDrive die vorgegebene Wegstrecke auf die parametrierten Grenzwerte (Parameter "Verfahrbereich"). Der Abstand zum Endlagenschalter wird vom TM StepDrive nicht überprüft. Spätestens beim Erreichen des Endlagenschalters wird die Fahrt angehalten. Dabei wird die Notstopprampe verwendet (10fache Steilheit der eingestellten Beschleunigung).

Rückmeldungen

Am Beginn der Positionierung wird das Rückmeldebit "READY" zurückgesetzt.

Solange die Positionierung läuft, wird dies durch das gesetzte Rückmeldebit "Motor läuft" angezeigt. Dieses Bit wird rückgesetzt sobald der Motor steht.

Nach korrekt verlaufener Positionierung wird das Erreichen der Position durch das gesetzte Rückmeldebit "READY" angezeigt, dieses wird erst nach Ablauf der Laufstromüberhöhungszeit gesetzt.

Falls die Positionierung durch einen Fehler abgebrochen wird ist dies aus den Fehlerbits ersichtlich (z.B. Endschalterfehler).

8.2.2 Verfahren um eine relative Strecke

Funktionsbeschreibung

Bei der relativen Positionierung können Sie den Schrittmotor um eine vorgegebene Strecke weiterbewegen und somit eine bestimmte Position anfahren.
Die Richtung der Fahrt und die zu fahrende Strecke legen Sie beim Start fest.

Fahrauftrag für relative Positionierung

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Steuerwert = Wegstrecke (Anzahl der auszuführenden Impulse)
- Fahrbefehl = 2

i Wenn der Parameter "Verfahrbereich" einen Wert ungleich Null hat, überprüft das TM StepDrive die vorgegebene Wegstrecke auf die parametrierten Grenzwerte (Parameter "Verfahrbereich"). Der Abstand zum Endlagenschalter wird vom TM StepDrive nicht überprüft. Spätestens beim Erreichen des Endlagenschalters wird die Fahrt angehalten.

Rückmeldungen

Am Beginn der Positionierung wird das Rückmeldebit "READY" zurückgesetzt.

Solange die Positionierung läuft, wird dies durch das gesetzte Rückmeldebit "Motor läuft" angezeigt.

Nach korrekt verlaufener Positionierung wird das Erreichen der Position durch das gesetzte Rückmeldebit "READY" angezeigt.

Falls die Positionierung durch einen Fehler abgebrochen wird, ist dies aus den Fehlerbits ersichtlich (z.B. Endschalterfehler).

8.2.3 Referenzpunktfahrt

Funktionsbeschreibung

Der Referenzpunkt markiert den Bezugspunkt Ihres Antriebssystems für die folgenden Fahraufträge. Sie können den Referenzpunkt auf verschieden Weise ermitteln.

- Verwendung eines Endschalters als Referenz
- Verwendung z.B. eines Referenzsensors

Das Technologiemodul TM StepDrive hat drei Eingänge S1, S2 und S3. Jedem der Eingänge kann bei der Projektierung die Funktion Endschalter +, Endschalter - und Referenzschalter zugewiesen werden. Die höchste Reproduzierbarkeit des Referenzpunktes wird erreicht, indem er immer aus der gleichen Richtung und immer mit gleicher Frequenz und Schrittauflösung angefahren wird. Die Richtung wird durch die Steuerdaten festgelegt.

Fahrauftrag für die Referenzpunktfahrt

- Das Vorzeichen des Steuerwerts definiert die Richtung
- Der Fahrbefehl Nummer 3 startet die Referenzpunktfahrt
- Das Bit "Referenzieren mit Offset" bewirkt, dass am Ende der Referenzpunktfahrt der Betrag des Steuerwerts als Offset angefahren wird
- Das Bit " Referenzieren auf Referenzsensor" bewirkt, dass der Referenzsensor-Eingang ausgewertet wird.

Verschiedene Abläufe

Je nach Standort (P) beim Start der Referenzpunktfahrt ergeben sich unterschiedliche Ablaufmuster der Fahrt um den Referenzpunkt REF C ⊕ und optional den Offset ⊙ zu erreichen. REF kennzeichnet in der graphischen Darstellung den Referenzschalter, LIMIT+ und LIMIT– die Endlagenschalter. Die Darstellung gilt für die Startrichtung vorwärts (positive Steuerwerte).

"Referenzieren mit Offset" = 0 und "Referenzieren auf Referenzsensor" = 0

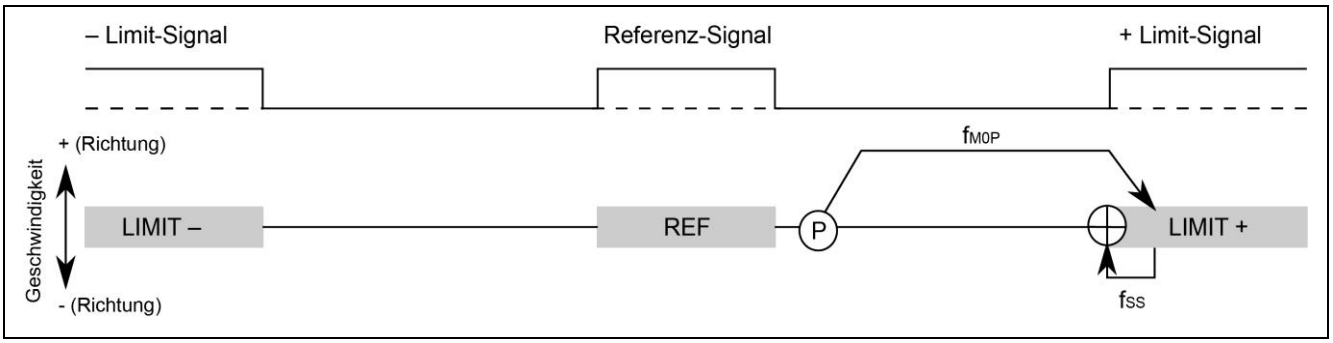


Abb. 13: Referenzpunktfahrt, M0P → Endschalter

"Referenzieren mit Offset" = 1 und "Referenzieren auf Referenzsensor" = 0

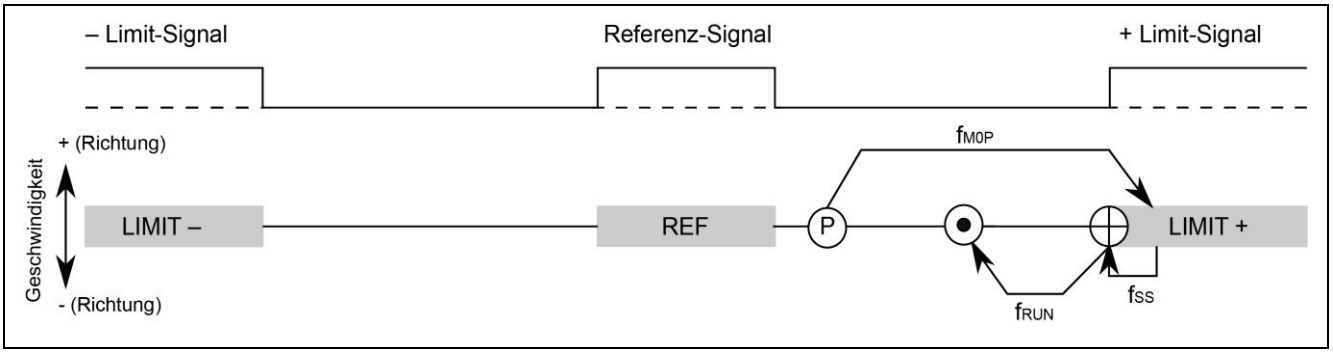


Abb. 14: Referenzpunktfahrt, M0P → Endschalter + Offset

"Referenzieren mit Offset" = 0 und "Referenzieren auf Referenzsensor" = 1

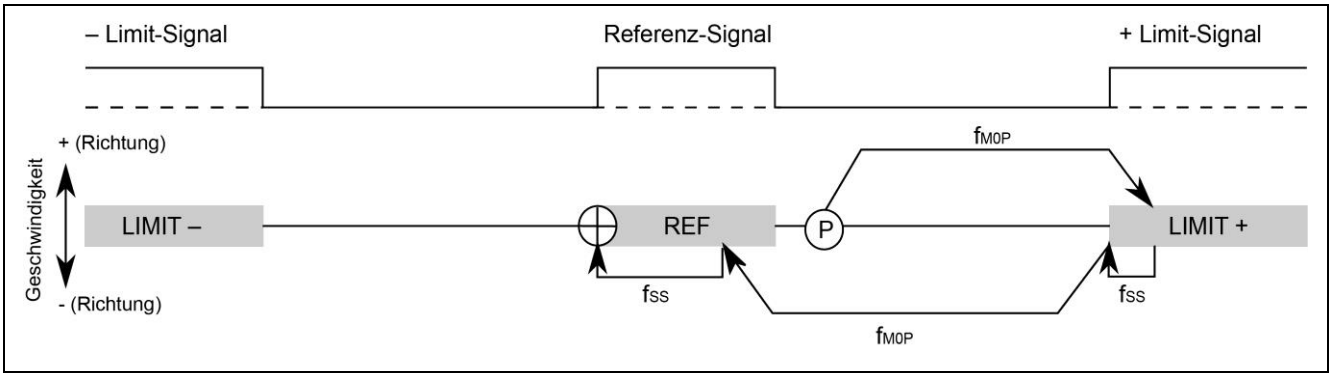


Abb. 15: Referenzpunktfahrt, M0P → Referenzsensor

"Referenzieren mit Offset" = 1 und "Referenzieren auf Referenzsensor" = 1 in pos. Richtung, Startposition liegt rechts vom Referenz-Signal

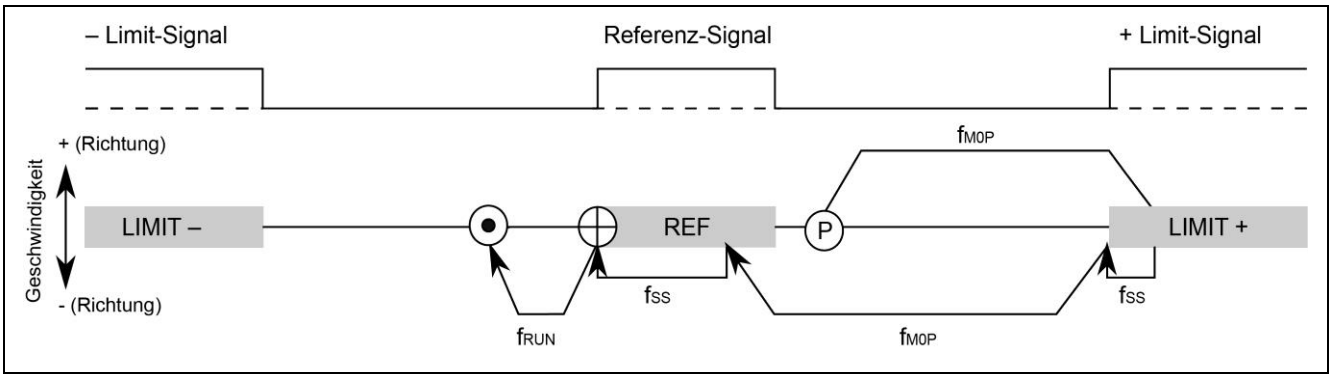


Abb. 16: Referenzpunktfahrt, M0P → Referenzsensor + Offset in pos. Richtung

"Referenzieren mit Offset" = 1 und "Referenzieren auf Referenzsensor" = 1 in pos. Richtung, Startposition liegt links vom Referenz-Signal

Wird der Referenzsensor vor dem Endschalter erkannt, wird er sofort frei gefahren:

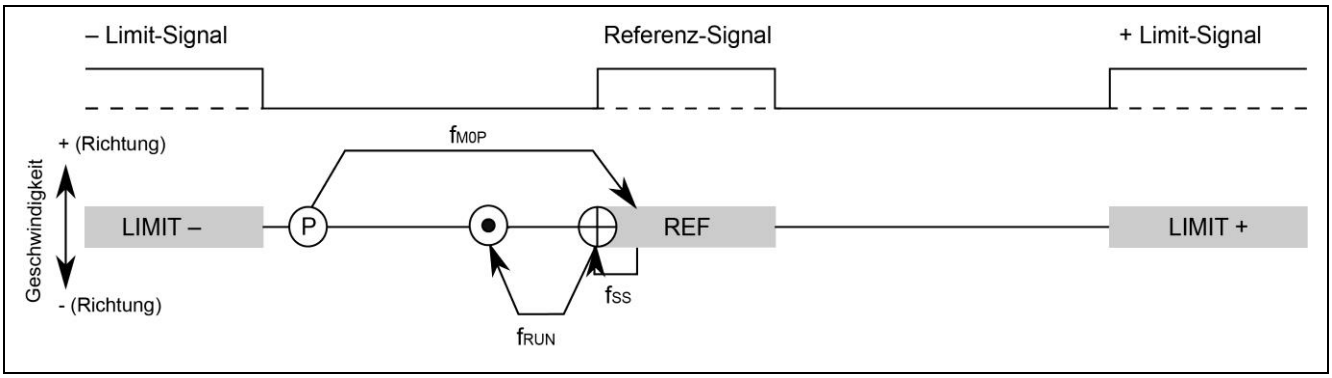


Abb. 17: Referenzpunktfahrt, M0P → Referenzsensor + Offset in pos. Richtung

Falls ein Verfahrbereich parametriert ist und ein Schalter nicht innerhalb dieses Bereichs gefunden wird, dann wird die Referenzpunktsuche mit "Positionierfehler" abgebrochen.

8.2.4 freier Lauf mit variabler Drehzahl

Funktionsbeschreibung

In dieser Betriebsart wird die Frequenz vorgegeben, mit der die Ausgabe der Impulse (Schritte) erfolgen soll. Wird die Frequenz geändert, werden die Impulse nach einer Beschleunigungs- oder Verzögerungsphase mit der neuen Frequenz ausgegeben (wenn die Frequenzänderung kleiner ist als die eingestellte Start-Stopp-Frequenz, wird der neue Frequenzwert direkt eingestellt). Die Ausgabe erfolgt solange endlos, bis der Fahrauftrag angehalten wird oder bei einer Linearachse der Verfahrbereich überschritten wird.

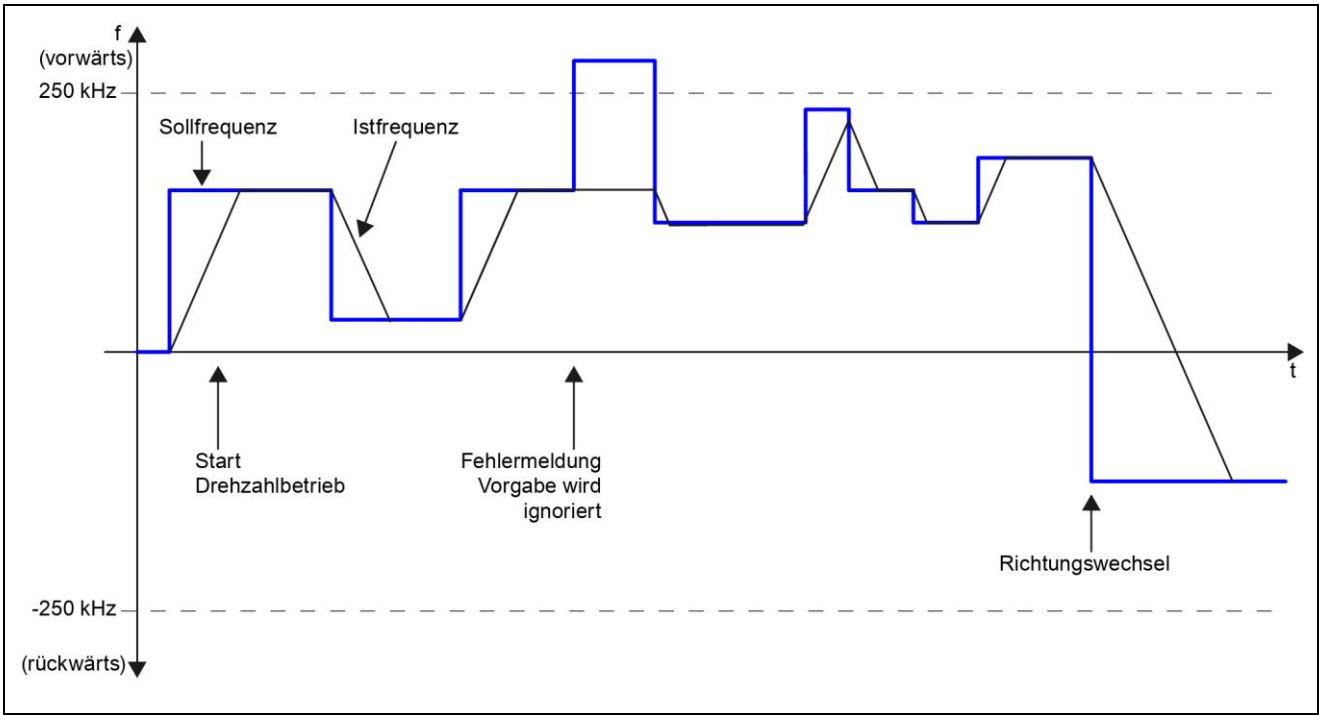


Abb. 18: Drehzahlbetrieb

Fahrauftrag für Drehzahlbetrieb

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Sollfrequenz
- Richtungsvorgabe durch das Vorzeichen der Sollfrequenz (positiv: vorwärts)
- Betriebsart = 4 für Drehzahlbetrieb

i

Das TM StepDrive überprüft die vorgegebene Frequenz auf Grenzwerte (minimal -250,0 kHz und maximal +250,0 kHz).

Die vorgegebene Frequenz wird mit der parametrierten Beschleunigung und Verzögerung angefahren. Die kleinste einstellbare Frequenz ist 1 Hz.

Die endlose Ausgabe der Frequenz wird bei folgenden Ereignissen beendet:

- Erreichen der Grenzen des parametrierten Verfahrbereichs (wenn eine Linearachse parametriert ist)
- Sonstige Abbruch-Bedingungen für Fahraufträge (siehe Kap.8.3).

Rückmeldungen

Solange der Fahrauftrag läuft, wird dies durch das gesetzte Rückmeldebit "Motor läuft" angezeigt. Außerdem ist während des Fahrauftrags das Bit "READY" nicht gesetzt.

Wenn eine neue Frequenz vorgegeben wird, ist während der Beschleunigungs- oder Bremsphase das Rückmeldebit "Rampe" gesetzt und der Booststrom aktiv. Nach Erreichen der neuen Frequenz wird "Rampe" wieder gelöscht.

Die aktuelle Frequenz wird in der Rückmeldeschnittstelle als "Rückmeldewert" angezeigt, wenn die Rückmelde-Betriebsart auf „Frequenz" eingestellt ist (siehe Kap. 7 „Steuer- und Rückmeldeschnittstelle“).

8.2.5 Position setzen

Funktionsbeschreibung

Der als "Steuerwert" übergebene Wert wird in den Positionszähler der TM StepDrive übernommen.

Der Befehl eignet sich dazu, nach einer Referenzpunktsuche den Bezugspunkt des Antriebssystems auf einen neuen Wert zu setzen, auf den sich nachfolgende Positionierungen und der Positionswert in der Rückmeldeschnittstelle beziehen (z.B. Null).

Fahrauftrag für Position setzen

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Neue Position
- Betriebsart = 5 für Position setzen

Rückmeldung

Nach korrekter Ausführung des Auftrags wird durch der gesetzte Wert in der Rückmeldeschnittstelle als "Position" angezeigt.

8.2.6 Motorstopp

Funktionsbeschreibung

Der Befehl beendet laufende Fahrbefehle. Absolute, relative Positionierungen und freier Lauf werden mit Bremsrampe abgebrochen. Der Positionszähler hat auch nach dem Stopp Gültigkeit.

Fahrauftrag für Motorstopp

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Betriebsart = 6 für Motorstopp

Rückmeldung

In der Rückmeldeschnittstelle wird das Bit "READY" nach erfolgtem Stopp gesetzt. Das Bit "Motor läuft" wird weggenommen.

8.2.7 Nothalt

Funktionsbeschreibung

Der Befehl beendet laufende Fahrbefehle. Absolute und relative Positionierungen werden abgebrochen. Freier Lauf wird beendet. Im Unterschied zum Fahrbefehl Motorstopp wird nicht die per Parameter „Beschleunigung oder Verzögerung“ eingestellte Beschleunigung verwendet, sondern eine Rampe mit 10facher Steilheit. Der Positionszähler hat nach dem Stopp nur eingeschränkt Gültigkeit, weil es durch die steile Rampe zu Schrittverlust kommen kann.

Fahrauftrag für Nothalt

Der Fahrauftrag enthält folgende Informationen:

- Betriebsart = 7 für Nothalt

Rückmeldung

In der Rückmeldeschnittstelle wird das Bit "READY" nach erfolgtem Stopp gesetzt. Das Bit "Motor läuft" wird weggenommen.

8.3 Stopp-Bedingungen

8.3.1 Gezieltes Anhalten des Fahrauftrags

Das Anhalten des Fahrauftrags wird gezielt

- verursacht durch	angezeigt durch Rückmeldebit
STOPP durch Fahrbefehl 6 oder 7	"READY" nach Stopp "Motor läuft" wird weggenommen
STOPP durch Digitaleingang DIS	"DIS-Eingang aktiv"
Endlagenschalter erreicht	"Hardwareendschalter erreicht"
"Verfahrbereich" überschritten	"Softwareendschalter erreicht"

8.3.2 Anhalten des Fahrauftrags im Ausnahmefall

In folgenden Fällen wird der Fahrauftrag mit Verlust der Synchronisation angehalten:

- Fehlbedienung der Steuerschnittstelle während des laufenden Fahrauftrags
- Spannungsverlust der IM
- CPU-Verlust
- Stationsstopp

Auswirkungen

Tritt einer der genannten Gründe zum Anhalten der laufenden Positionierung auf, wird diese durch eine Bremsrampe beendet.

Auch beim Anhalten des Fahrauftrags im Ausnahmefall wird der Rückgabewert weiter aktualisiert. Dadurch können Sie einen nach dem Anhalten noch anstehenden Restweg durch einen neuen Fahrauftrag in der Betriebsart „relativ Positionieren" verfahren.

i Beim Anhalten während der Beschleunigungsphase gibt das TM StepDrive noch maximal 50 ms lang Impulse mit der bereits erreichten Frequenz aus, bevor es den Bremsvorgang einleitet. Dadurch werden abrupte Frequenzänderungen vermieden, die zu Schrittverlusten führen könnten.

8.4 Funktionen der integrierten Leistungsendstufe

Neben der reinen Parametrierung der Positionieraufträge können auch Technologieparameter der integrierten Leistungsendstufe parametriert werden. Da diese Parametrierungen in der Regel einmal festgelegt werden, und nicht bei jedem Fahrauftrag neu parametriert werden müssen, wurden die Parameter des Leistungsteils in die asynchrone Schnittstelle der Datensatzübertragung verlagert.

Somit können die Technologieparameter zwar nicht taktsynchron mit der Steuer- und Rückmeldeschnittstelle verändert werden, aber dennoch immer dann während CPU RUN, wenn gerade kein Fahrauftrag an der TM StepDrive anliegt.

So ist gewährleistet, dass vor jedem Fahrauftrag die Leistungsendstufe auf die bevorstehende Aufgabe perfekt eingestellt werden kann, wenn es das Antriebssystem erfordert. Erhöhen Sie z.B. den Stoppstrom, wenn der Motor im System gerade ein Gewicht halten muss, und reduzieren Sie ihn, sobald das System ohne Gewicht steht, um Energiebedarf und Motorerwärmung zu minimieren. Mit diesen Parametern können sie zu jeder Zeit das Optimum aus dem TM StepDrive und somit aus Ihrem Antriebssystem herausholen.

8.4.1 Phasenströme (Lauf-, Stopp-, Booststrom)

Für das Technologie TM StepDrive Modul lassen sich 3 verschiedene Phasenströme vorgeben: Laufstrom, Stoppstrom und Booststrom.

Der Laufstrom ist hierbei derjenige Strom, der während des Laufs in Betriebszuständen mit konstanter Geschwindigkeit (f_{RUN}) in den Motor eingeprägt wird. Nach dem Anhalten des Motors empfiehlt es sich nach einer ebenfalls parametrierbaren „Laufstromüberhöhungszeit" (t_{DELAY}) auf einen reduzierten Stoppstrom umzuschalten. Hierdurch werden die thermischen Verluste des Motors im Stillstand reduziert, und Energie gespart. Während ein Schrittmotor beschleunigt bzw. abgebremst wird, benötigt er bezogen auf den reinen Lauf mit konstanter Geschwindigkeit (f_{RUN}) mehr Drehmoment und damit mehr Strom. Somit kann in den Phasen der Beschleunigung und des Abbremsens mittels Booststrom das Drehmoment erhöht werden.

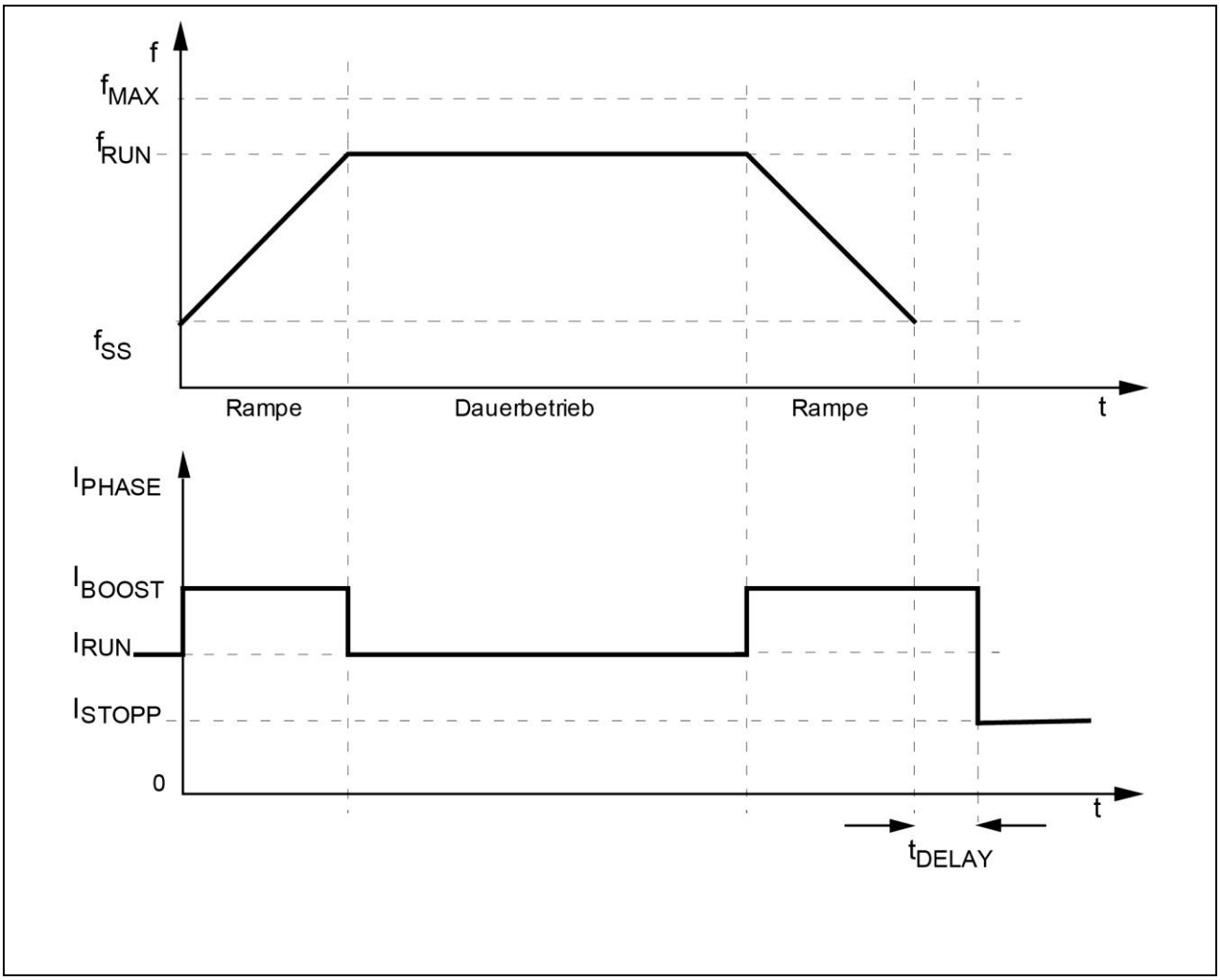


Abb. 19: Verfahrkurve versus Stromeinstellungen an der Leistungsendstufe

Während den Beschleunigungs- bzw. Abbremsphasen wird automatisch auf Booststrom I_{BOOST} umgeschaltet. Nach einer im Parameter „Laustromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} festgelegten Zeit wird nach Beenden der Fahrt auf Stoppstrom I_{STOPP} umgeschaltet.

8.4.2 Verhalten bei CPU-STOP

Das Verhalten des TM StepDrive bei CPU-STOP lässt sich je nachdem, was für Ihr System günstiger ist, vordefinieren.

Stellen Sie das Verhalten auf „Leistungsendstufe deaktivieren“, wenn Sie den Antrieb stromlos, und damit drehmomentfrei schalten wollen.

Wählen Sie „Leistungsendstufe im Stoppstrom“, wenn der Antrieb im Stoppstrom gehalten werden soll.

Außerdem kann festgelegt werden, ob ein laufender Positionierauftrag abgeschlossen oder vorzeitig abgebrochen werden soll.

i Die Verhalten bei CPU-STOP „Leistungsendstufe deaktivieren“ und „Leistungsendstufe im Stoppstrom“ sind keine Sicherheits-Betriebsarten gem. IEC61800 wie z. B. „Safe Torque Off“ (STO) oder ähnlich. Sie dienen lediglich zur Erhöhung der Selbstsicherheit der Anlage.

8.4.3 Schrittauflösung

Vollschritt

Die Betriebsart, in der z.B. ein 200-schrittiger Motor so angesteuert wird, dass er 200 Schritte pro Umdrehung zurücklegt, nennt man Vollschritt. Im Vollschrittbetrieb wird die physikalische Auflösung des Motors erzielt. Jede weitere Erhöhung der Schrittauflösung (z.B. Halbschritt, Viertelschritt, etc.) geschieht elektronisch. Im Vollschrittbetrieb sind immer beide Motorphasen bestromt.

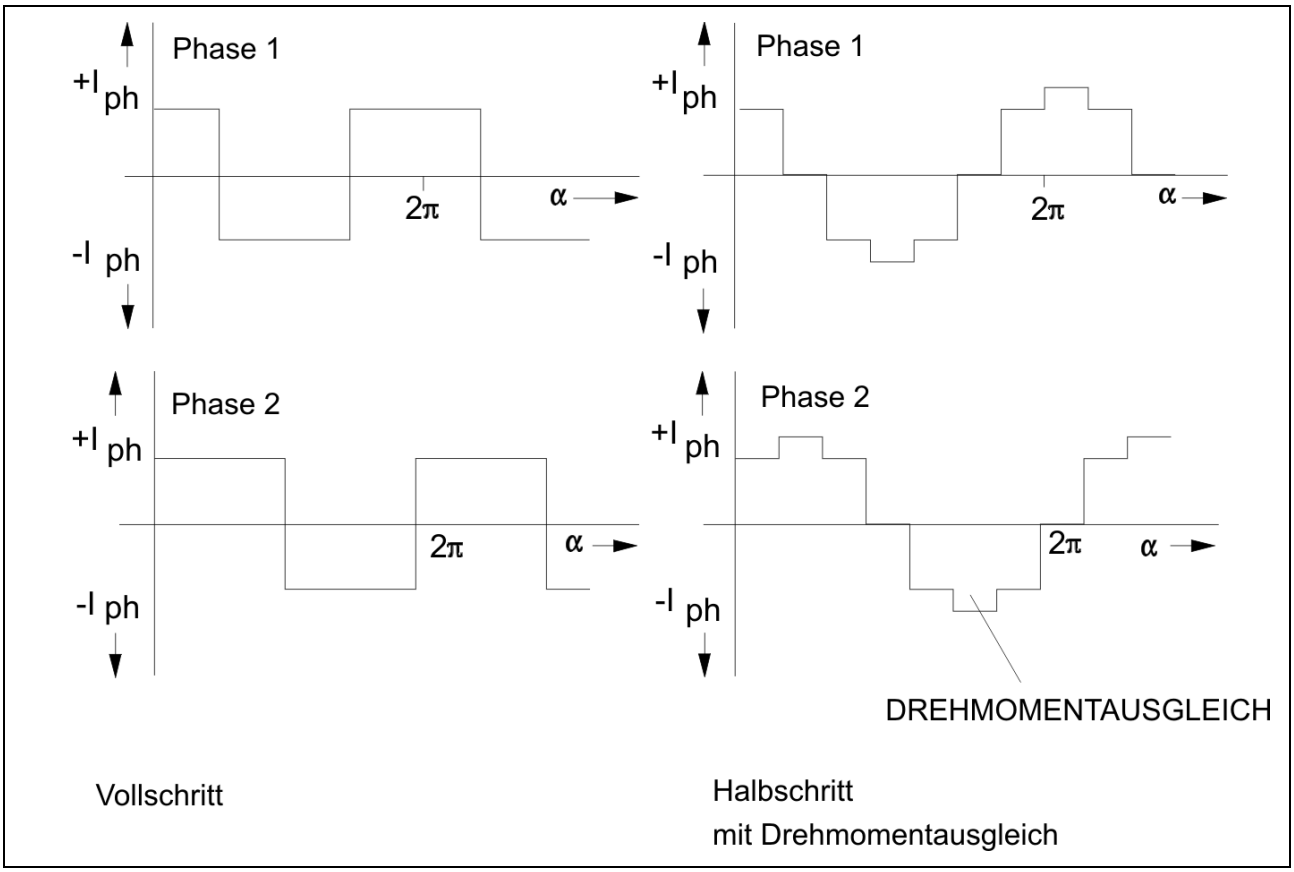


Abb. 20: Phasenstromverlauf

Halbschritt

Die Schrittauflösung des Motors kann elektronisch verdoppelt werden: Die Phasen 1, 1+2, 2 usw. werden abwechselnd erregt. Das ist die Betriebsart „Halbschritt“. Jedoch ist das Drehmoment, verglichen mit dem Vollschrittbetrieb, im Halbschrittbetrieb reduziert.

Um das zu kompensieren, wurde eine Betriebsart „Halbschritt mit Drehmomentausgleich“ entwickelt: der Strom wird in der aktiven Phase um den Faktor $\sqrt{2}$ angehoben. Hier bleibt das Drehmoment im Vergleich zum Vollschrittbetrieb fast identisch. Resonanzen werden weitgehend unterdrückt.

Das folgende Diagramm zeigt Größe und Richtung der Haltemomente eines 4-schrittigen Motors während einer Umdrehung ohne und mit Drehmomentausgleich. In der Vollschrittposition sind zwei Phasen, in der Halbschrittposition nur eine Phase bestromt. Das Gesamtmoment resultiert aus der Überlagerung der Momente beider Phasen.

Das Moment im Vollschritt M_{VS} bezogen auf das Moment im Halbschritt M_{HS} ist damit:
$|M_{VS}| = |M_{HS}| \times \sqrt{2}$

Das bedeutet, bei Bestromung nur einer Phase muss der Strom um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht werden, damit das Drehmoment gleich bleibt.

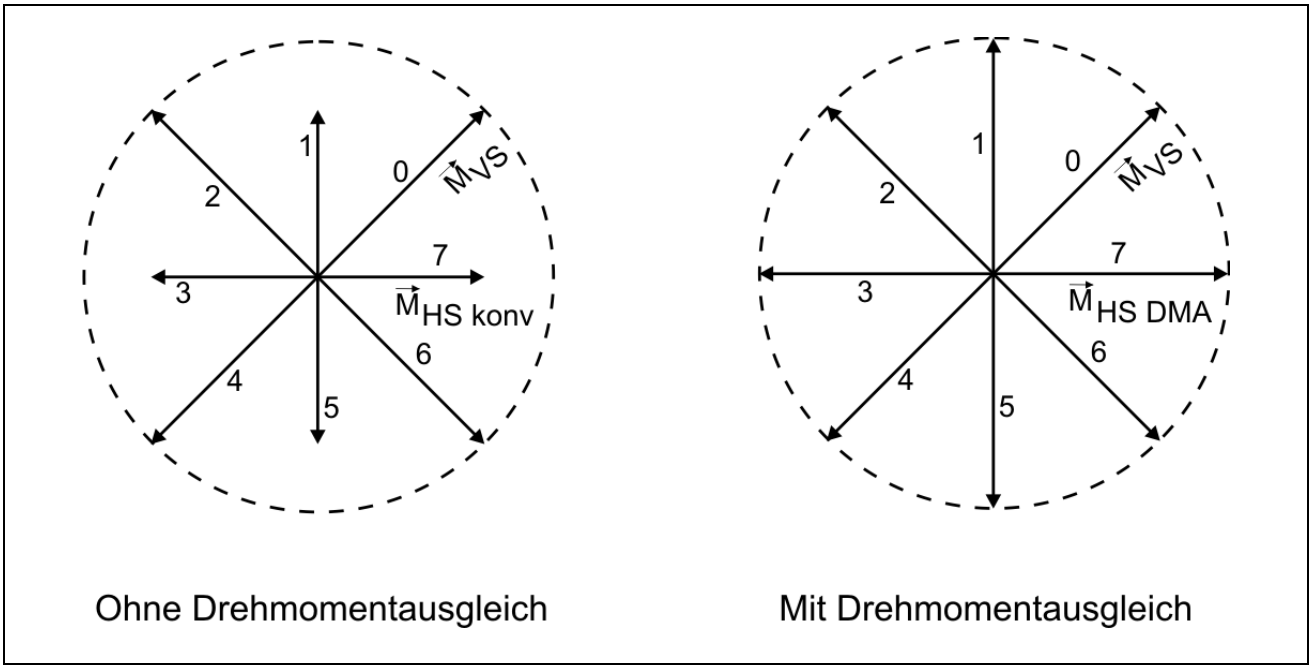


Abb. 21: Haltemomente ohne/mit DMA

Mikroschritt

Beim TM StepDrive kann die Schrittauflösung elektronisch bis 1/256 eines Vollschritts erhöht werden. Somit kann ein 200-schrittiger Motor bis zu 51200 Positionen (entsprechend 0,007°) pro Umdrehung ansteuern.

Der Mikroschrittbetrieb bringt folgende Vorteile:

- Die Welligkeit des Drehmoments wird mit steigender Anzahl von Feinschritten immer geringer.
- Das erzielbare Drehmoment vergrößert sich tendenziell bis zum 1/8-Schritt. Eine weitere Erhöhung der Auflösung bringt kaum mehr Steigerung des Drehmoments.
- Resonanzen und Ausschwingerscheinungen werden deutlich reduziert; der Motor läuft praktisch resonanzfrei.
- Die Motorgeräusche nehmen mit zunehmender Schrittauflösung ebenfalls ab.

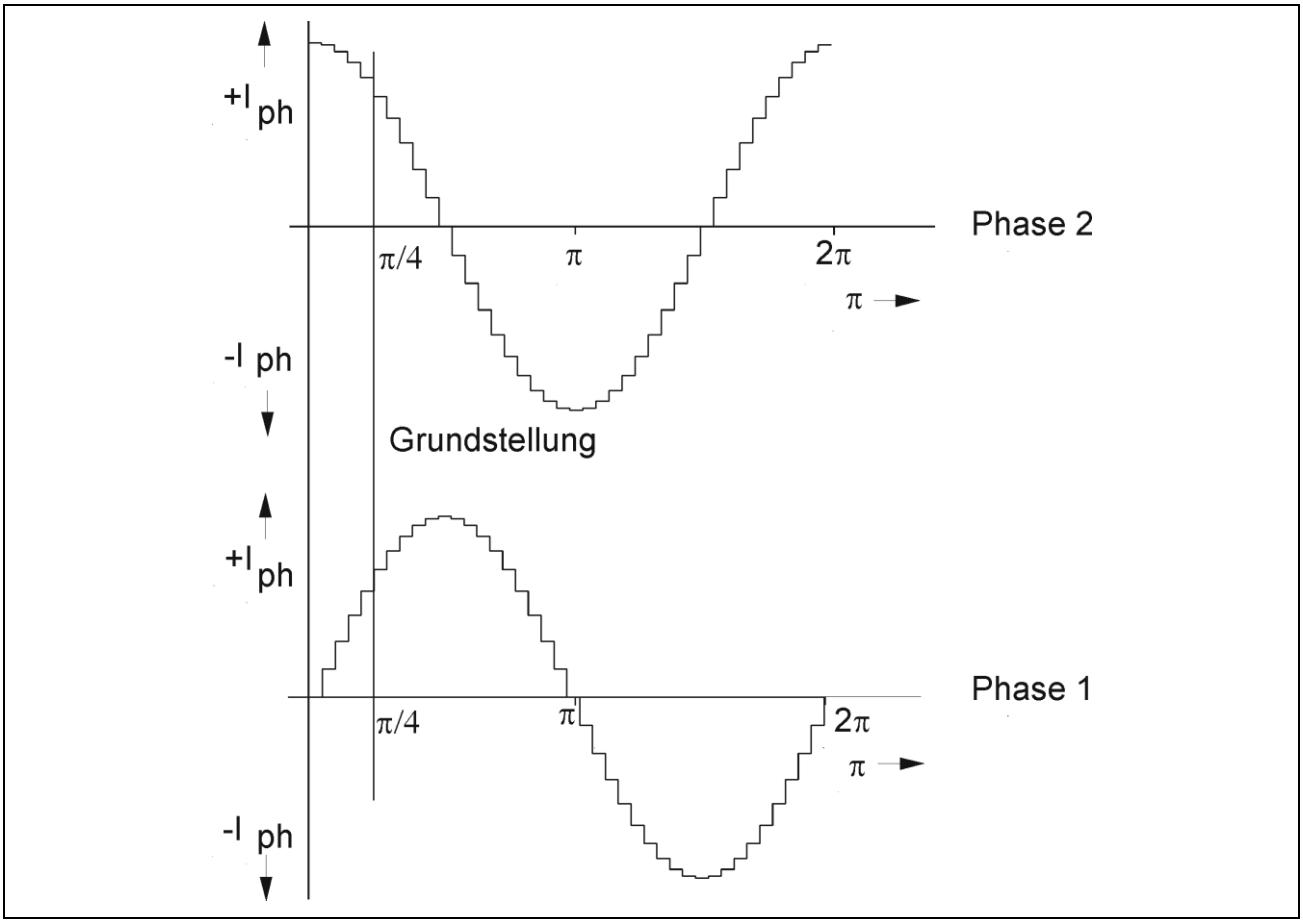
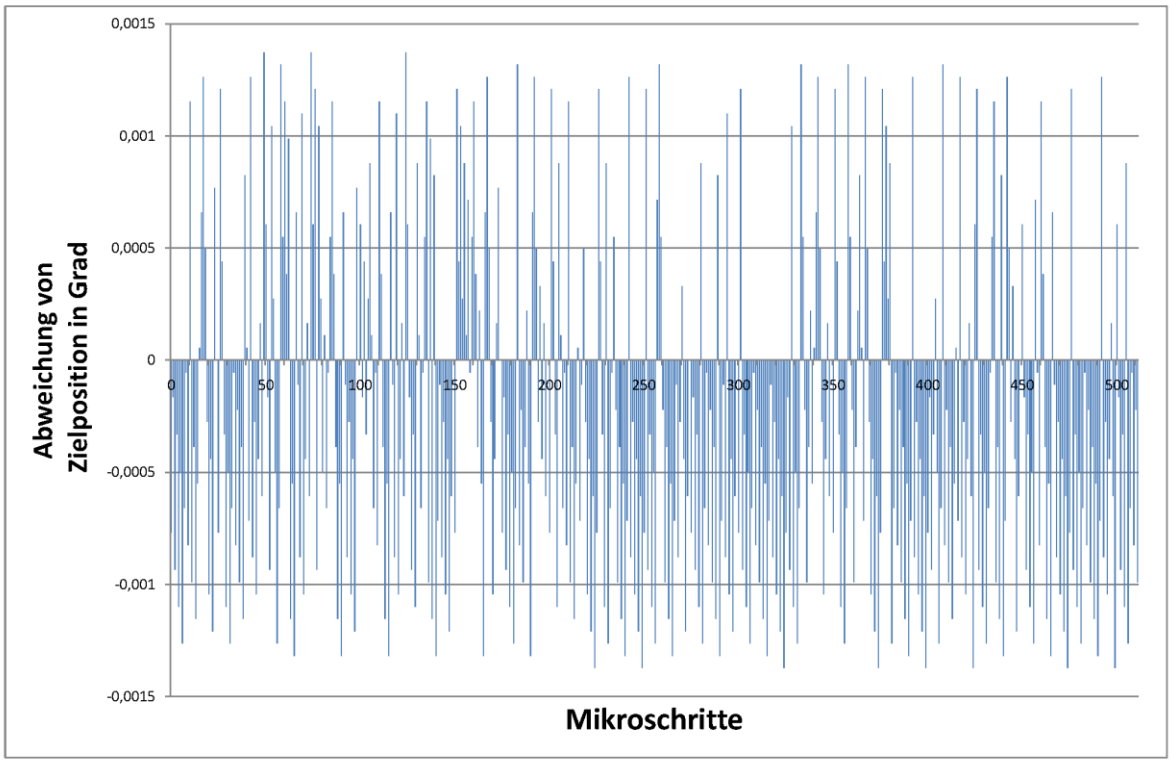


Abb. 22: Schematischer Verlauf der Phasenströme Mikroschritt 1/10 (eines Vollschritts)

Wenn Sie die höchsten Mikroschritteinstellungen nutzen wollen, um absolut genaue Feinstpositionierungen durchzuführen, dann sollten Sie zusätzlich ein Zählmodul mit angeschlossenem Encoder verwenden, um das Erreichen der Zielposition sicher zu stellen oder ggf. nachzuregeln. Denn bereits kleinste mechanische Fehler im Schrittmotor können dazu führen, dass ein Mikroschritt nicht korrekt ausgeführt wird. Die Genauigkeit der Stromeinstellung des TM StepDrive ist hoch genug, um auch 1/256 Schritt elektrisch sicher aufzulösen.



8.4.4 Laufstromüberhöhungszeit

Nach dem letzten ausgeführten Schritt eines Fahrbefehls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet, um den Energieverbrauch und die Motorerwärmung zu minimieren. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird „Laufstromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} genannt.

Phytron empfiehlt, die Laufstromüberhöhungszeit so zu wählen, dass der Schrittmotor nach Ausführen eines Schrittes in seiner neuen Position mechanisch ausschwingen kann. Der höhere Strom reduziert hierbei die Ausschwingzeit und Fehlpositionierungen werden vermieden.

Der Wert von 1 bis 1000 ms kann in 15 Stufen eingestellt werden (siehe Kap.6.5.5.5).

Selbständiges Umschalten auf Stoppstrom:

Nach Umschalten auf Stoppstrom bleibt das Verhältnis der beiden Phasenströme im jeweiligen Bestromungsmuster zueinander gleich. Die Umschaltung von Lauf- auf Stoppstrom erfolgt in beiden Phasen synchron.
In der folgenden Abbildung wird nach jeder **steigenden** Taktflanke der nächste Motorschritt ausgeführt:

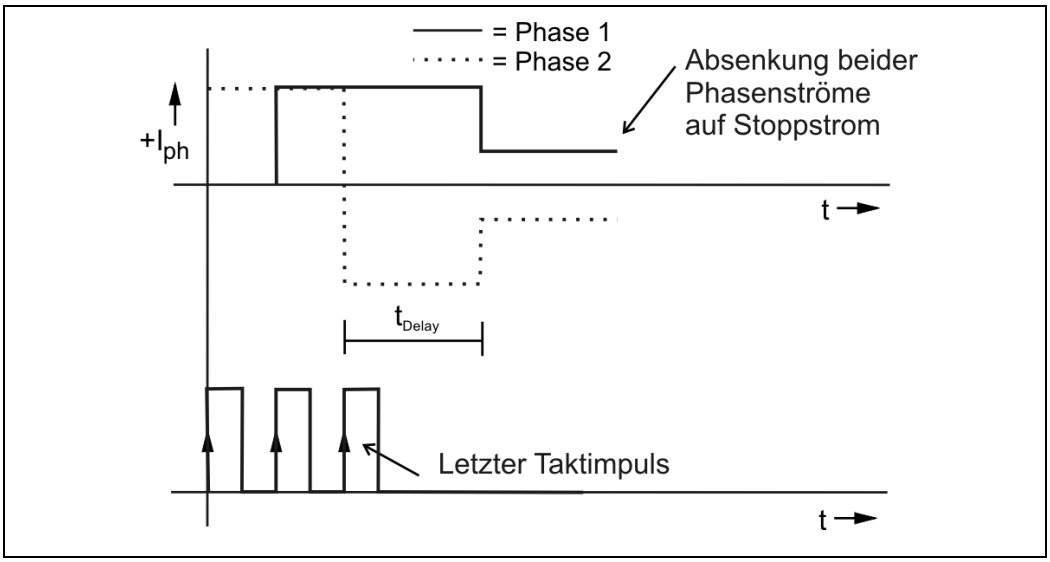


Abb. 23: Umschalten auf Stoppstrom nach dem letzten Taktimpuls (Vollschritt)

Das Umschalten auf Stoppstrom bringt folgende Vorteile:

- Erwärmung und Energieverbrauch des Motors und der Leistungsendstufe werden reduziert
- Das EMV-Verhalten wird aufgrund kleinerer Stromwerte im Stillstand weiter verbessert

Die „Laufstromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} nach dem letzten Schritt eines Fahrbefehls bringt folgende Vorteile:

- Ausschwingzeit des Schrittmotors in seiner Zielposition wird beschleunigt. Somit kann ein Anschlussfahrauftrag schneller abgesetzt werden.
- Schrittverlust und damit Fehlpositionierungen durch Ausschwingeffekte des Schrittmotors werden minimiert

9 ESD-Schutzmaßnahmen

Jedes Produkt, das zum Versand kommt, ist im Werk geprüft worden. Um Ausfälle durch ESD (Zerstörung durch elektrostatische Entladung) zu verhindern, werden während der Fertigung – vom Wareneingang bis zum Versand – umfangreiche ESD-Schutzmaßnahmen getroffen.

Bei der Handhabung der Komponenten sind ESD-Schutzmaßnahmen (EN 61340) zu beachten!

Für Ausfälle, die auf unsachgemäße Handhabung zurück zu führen sind, kann keine Gewährleistung übernommen werden.

10 Haftungsausschluss

Phytron GmbH hat den Inhalt des Handbuchs auf Übereinstimmung mit der Hardware und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass die Phytron GmbH für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernimmt. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

11 Garantie und Warenzeichen

Auf das TM StepDrive von Phytron wird die **gesetzliche vorgeschriebene Garantie** auf Material- und Produktionsfehler gewährt. Diese Garantie erstreckt sich jedoch nicht auf Geräte, die durch den Kunden geöffnet, modifiziert, mit Gewalt behandelt oder auf andere Art und Weise nicht ordnungsgemäß eingesetzt worden sind (z.B. falscher Anschluss).

SIMATIC®, ET 200®SP, TIA Portal® und STEP®7 sind eingetragene Warenzeichen der SIEMENS AG.

12 Anhang: Parametrier- und Datensätze

12.1 Datensatz 128 (DS128): Parameter lesen und schreiben

Der Datensatz kann **ohne** Einschränkung gelesen werden.

Bit → Byte ↓	7	6	5	4	3	2	1	0
HEADER								
0	reserved = 0		MajorVersion = 1		MinorVersion = 0			
1	Länge des folgenden Kanalparameterblockes (Byte 2 ... 35)→34 Byte							
DIAGNOSE								
2	Positionier-fehler	Endstufen-fehler	reserviert	DIS-Eingang aktiv	reserviert			Fehlende Ver-sorgungs-spannung
ENDSTUFENKONFIGURATION								
3…6	Start/Stopp-Frequenz							
7…10	Beschleunigung							

Bit → / Byte ↓	7	6	5	4	3	2	1	0
11…14	PM-Mode: Lauffrequenz TO-Mode: Referenzfrequenz							
15…18	M0P-Frequenz							
19…22	PM-Mode: Verfahrbereich TO-Mode: reserviert							
23	Schrittauflösung							
24	Laufstromüberhöhungszeit							
25	Laufstrom							
26	Stoppstrom							
27	PM-Mode: Booststrom TO-Mode: reserviert							
GRUNDPARAMETER								
28	Verhalten bei CPU-STOP		**PM-Mode** Leis-tungs-endstufe **TO-Mode** reserviert	**PM-Mode** Boost bei Beschleu-nigung **TO-Mode** reserviert	An-schlussart	reserviert		Betriebs-art
VERHALTEN DI								
29	**PM- Mode** Funktion Eingang S1 **TO- Mode** Referenzschalter		Typ Ein-gang S1	reserviert				
30	**PM- Mode** Funktion Eingang S2		Typ Ein-gang S1	reserviert				
	TO- Mode reserviert		–					
31	**PM- Mode** Funktion Eingang S3		Typ Ein-gang S1	reserviert				
	TO- Mode		reserviert					
32…35	**PM- Mode** reserviert							
	TO- Mode Schritte pro Umdrehung							

12.2 Datensatz 245: Baugruppen-Parameter PROFIBUS

12.2.1 Positionierbetrieb (PM-Mode)

Byte\Bit	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
HEADER								
0	reserved = 0		MajorVersion = 1		MinorVersion = 0			
1	Länge des folgenden Kanalparameterblockes: Byte 2 ... 9 →8 Byte							
ENDSTUFENKONFIGURATION / VERHALTEN DI								
2 … 5	Verfahrbereich							
6	Betriebsart = 0	Leistungs-endstufe	Boost bei Beschleu-nigung	Reserved	Schrittauflösung			
7	Funktion Eingang S1		Typ Ein-gang S1	Laufstrom Stufe				
8	Funktion Eingang S2		Typ Ein-gang S1	Stoppstrom Stufe				
9	Funktion Eingang S3		Typ Ein-gang S1	Booststrom Stufe				

12.2.2 Betrieb über Technologieobjekt (TO-Mode)

<table>
<tr><th>Bit →
Byte ↓</th><th>7</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>0</th></tr>
<tr><td colspan="9">HEADER</td></tr>
<tr><td>0</td><td colspan="2">reserviert = 0</td><td colspan="2">MajorVersion = 1</td><td colspan="4">MinorVersion = 0</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="8">Länge des folgenden Kanalparameterblockes (Byte 2 … 8)→7 Byte</td></tr>
<tr><td colspan="9">ENDSTUFENKONFIGURATION / VERHALTEN DI</td></tr>
<tr><td>2 … 5</td><td colspan="8">Schritte pro Umdrehung</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Betriebs-art=1</td><td colspan="3">reserviert</td><td colspan="4">Schrittauflösung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">Referenzschalter</td><td>Schalter-typ</td><td colspan="5">Laufstrom Stufe</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">reserviert</td><td colspan="5">Stoppstrom Stufe</td></tr>
</table>

13 Anhang: Belegung der Steuer- und Rückmeldeschnittstelle

13.1 Belegung der Steuerschnittstelle (PM-Mode)

Bit → / Byte ↓	7	6	5	4	3	2	1	0
0 … 3	Steuerwert							
4	Fahrbefehl							
5	Rückmelde-Betriebsart							
6	reserviert	Fehler-Reset	reserviert				Referen-zieren mit Offset	Referen-zieren auf Ref. Sensor
7	reserviert (intern)							

13.2 Belegung der Rückmeldeschnittstelle (PM-Mode)

Bit → / Byte ↓	7	6	5	4	3	2	1	0
0…3	Position							
4…7	Rückmeldewert							
8	Rückmelde-Betriebsart							
9	Motor läuft	Rampe	Entregt	Referen-zieren läuft	Referen-zieren erfolgreich	Eingang S1	Eingang S2	Eingang S3
10	Positionier-fehler	Endstufen-fehler	Interner Fehler	Endschal-ter Fehler	Software-Endschal-ter erreicht	Hardware-Endschal-ter erreicht	Reserviert	Dreh-richtung
11	BEREIT	Ungültige RM Be-triebsart	Ungültiger OP-Mode	Ungültiger Steuerwert	DIS-Eingang aktiv	Fehlende Versor-gungs-spannung L+	Abschalt-temperatur	Vorwarn-temperatur

14 Anhang: Fehlermeldung und Diagnosealarm

14.1 Fehlermeldungen beim Datensatz-Schreiben

Treten beim Schreiben des DS128 Parametrierfehler auf, wird eine Fehlermeldung generiert:

Feh-ler-Nr.	Hex	Parameter	Zulässiger Einstellbereich	PM-Mode	TO-Mode
32	0x20	Beschleunigung	100 - 100000000	X	X
33	0x21	Start-Stopp-Frequenz	1 - 250000	X	-
34	0x22	Lauffrequenz	1 - 250000	X	-
35	0x23	M0P-Frequenz	1 - 250000	X	-
36	0x24	Stoppstrom	0 - 35	X	X
37	0x25	Laufstrom	1 - 35	X	X
38	0x26	Booststrom	0 - 35	X	-
39	0x27	Schrittauflösung	0 - 8	X	X
40	0x28	Laufstromüberhö-hungszeit	0 - 15	X	X
41	0x29	Funktion der Eingänge	0 - 3, jede Funktion darf nur einem Eingang zugeordnet werden	X	-
			0 - 3, Referenz wird einem Eingang zugeordnet	-	X
42	0x2A	Schritte pro Umdrehung	4 - 128000	-	X
43	0x2B	Verfahrbereich	0 - 2147483647 Schritte	X	-
44	0x2C	Referenzfrequenz	1 - 125000	-	X

14.2 Diagnosealarme

Diagnosealarm	Diag-nose-mel-dung	Bedeutung
Fehlende Versor-gungsspannung L+	17	Fehlende Motorspannung, das Modul wird über die Klemme L+ nicht versorgt.
Positionierfehler	740	Beim Positionierungsvorgang ist ein Fehler aufgetreten. Mögliche Ursache kann sein: • beim Positionieren wurde ein Endschalter aktiv. • beim Positionieren wurde der Verfahrbereich über-schritten. • ein Fahrauftrag in positiver Richtung wurde gestartet und der positive Endschalter ist aktiv. • ein Fahrauftrag in negativer Richtung wurde gestartet und der negative Endschalter ist aktiv.
Endstufenfehler	741	Die Leistungsendstufe hat einen Fehler gemeldet. Mögliche Ursache kann sein: • Die Abschalttemperatur wurde erreicht. • Der Endstufentreiber ist nicht ansprechbar wegen ei-nes Defekts. • Es wurde für Endstufen-Betrieb projektiert, es wird jedoch nur über die Versorgungspins für den In-dexer-Betrieb versorgt. • Die Versorgungsspannung war zu gering. Zum Selbstschutz wurde die Endstufe deaktiviert.
DIS-Eingang aktiv	743	Ein laufender Fahrauftrag wurde abgebrochen, weil der DIS-Eingang des Moduls aktiviert wurde. In jedem Fall, also auch bei Stillstand des Motors, wird die Endstufe deaktiviert und die Diagnose ausgelöst. Weitere Fahraufträge werden erst wieder akzeptiert, wenn der DIS-Eingang wieder passiv ist und das Fehlerbit im Status ge-löscht wurde.

15 Glossar

Begriff	Beschreibung
BaseUnit	Die BaseUnit trägt das Technologiemodul StepDrive und stellt die Kontaktierung zur Verdrahtung dar.
Booststrom	Zum Beschleunigen und Bremsen eines Schrittmotors ist ein höheres Motormoment erforderlich als beim Dauerbetrieb (f_{max}). Wird der Phasenstrom so eingestellt, dass schnell beschleunigt und abgebremst wird (steile Rampe), so ist im Dauerbetrieb der Strom zu hoch und der Motor erwärmt sich stärker als notwendig. Wird aber der Phasenstrom niedriger eingestellt, kann nur mit dementsprechend flacher Rampe beschleunigt und gebremst werden. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, für die Beschleunigungs- und Bremsphase eine andere Stromeinstellung zu wählen als für den Dauerbetrieb: – Dauerbetrieb: Laufstrom – Beschleunigungs- und Abbremsphase: Booststrom
Datensatz	Parameterliste Zum Betrieb der Steuerung werden verschiedene Voreinstellungen wie Frequenzen, Beschleunigungsrampen oder Wartezeiten benötigt, die als Parameter bezeichnet werden. Bei Auslieferung sind Grundparameter hinterlegt, mit denen die Steuerung in vielen Anwendungsfällen betrieben werden kann.
DIS Eingang	Eingang DISABLE: Sperrt den Betrieb mit anliegendem externen Signal
Drehrichtung	Mit diesem Signal wird die Drehrichtung des Motors bestimmt: Ist das Bit gesetzt, dreht der Motor in negativer Richtung. Ist das Bit nicht gesetzt, dreht der Motor in positiver Richtung. Eine Signaländerung darf nur dann erfolgen, wenn der Schrittmotor steht oder mit einer Geschwindigkeit innerhalb des Start-Stopp-Bereiches gefahren wird. Das Signal darf sich 1 µs vor dem Taktsignal bis 4 µs danach nicht ändern. Ein Umschalten der Drehrichtung bei höheren Geschwindigkeiten führt zu Schrittverlust oder zum Stillstand des Motors.

Begriff	Beschreibung
ET 200SP-Station	Dezentrales, multifunktionales und feinmodulares Peripheriesystem mit verschiedenen Interface-Modulen (auch mit CPU-Funktionalität) zum Anschluss an PROFINET oder PROFIBUS. Neben Powermodulen und digitalen sowie analogen Signalbaugruppen können Technologie-Module, ein IO-Link Master, Motorstarter, etc. angeschlossen werden.
GSD-Datei	Die Gerätestammdaten (GSD) beschreiben die Merkmale eines Gerätetyps eindeutig und vollständig in einem genau festgelegten Format. Die GSD werden vom Gerätehersteller individuell für jeden Gerätetyp erzeugt und dem Anwender als Datei zur Verfügung gestellt. Diese Datei beschreibt ein PROFIBUS Slave: Größe Adressraum, Anzahl der Ein- und Ausgänge, Länge zusammenhängender Datenblöcke, konfigurierbare Eigenschaften.
Hardware-Konfiguration	Konfiguration und Parametrierung der Hardware eines Automatisierungsprojektes.
HSP-Datei	Hardware-Support-Package definiert die Systemumgebung einer ET 200SP-Station und dient zur Integration von Modulen (z.B. das TM StepDrive) in der SIMATIC® CPU.
HW-Konfig	Softwaretool zur Konfiguration der Hardware. Es bietet einen Slave-Auswahldialog an, über den die Hardwaremodule per Mausklick in das jeweilige S7-Projekt übernommen werden.
HW-Modul (Hardwaremodul)	Elektronikmodul z.B. TM StepDrive, das auf ein Terminalmodul gesteckt wird
Laufstromüberhöhungszeit	Die Laufstromüberhöhungszeit spielt in der Schrittmotor-Endstufentechnologie eine wesentliche Rolle. Endstufen, auch Treiber genannt, werden in der Regel über ein Takt- und Richtungssignal angesteuert. Die Laufstromüberhöhungszeit ist nun diejenige Zeit, die nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls vergeht, bis die Endstufe von Laufstrom auf einen reduzierten Stoppstrom herunterschaltet.
PROFINET-Controller	Process Field Network (Industrievernetzung zum Datenaustausch in der Automatisierung; Gerät mit sog. Masterfunktionalität
Restweg	Erfassung von Istwerten (verbleibender Weg) normiert auf Längeneinheiten(Schritten)

Begriff	Beschreibung
Rückmeldeschnittstelle	8-Byte-Daten für Steuerungsstatus: Inhalt: Restweg, absolute Position, Geschwindigkeit
Rückmeldewert	Für einen flexiblen Einsatz stehen die aktuelle Geschwindigkeit, die aktuelle Position oder der noch zu fahrende Restweg als Rückmeldewert zur Verfügung.
Rückwandbus	Der Rückwandbus ist ein serieller Datenbus, über den das TM StepDrive kommuniziert und dieses mit der nötigen Spannung versorgt. Die Verbindung zwischen den einzelnen Modulen wird über die BaseUnits hergestellt.
S7-Station	Übergeordnete SPS-Steuerung in der SIMATIC®-Automatisierungstechnik
Schrittauflösung	Schrittmotor-Endstufen, die elektronische Maßnahmen ergreifen, um die physikalische Auflösung des Schrittmotors zu erhöhen, nennt man Mikroschritt-, Minischritt-, Feinschritt-Endstufen. Das TM StepDrive kann bis zu 1/256 eines Vollschritts auflösen, die einstellbare Auflösung erhöht sich um Faktoren von 2 bis 256. In Schritten pro Umdrehung bedeutet eine Auflösung von 1/256-Schritt bei einem 200-schrittigen Schrittmotor 51 200 Mikroschritte pro Motorumdrehung, oder 0,007° an der Welle.
SIMATIC®	SIMATIC® ist ein Produktname der Firma Siemens genutzt für Produkte in der Automatisierungstechnik, der Leittechnik und der Manufacturing Execution Ebene. Die SIMATIC®-Baureihe für Automatisierungstechnik ist eine elektronische speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Die Steuerungsfunktionen werden als Programm im Speicher einer CPU-Baugruppe gespeichert. Programmiert wird die SIMATIC® mittels der Programmiersoftware STEP®7. Das Automatisierungssystem ist modular und kann neben der CPU mit unterschiedlichen digitalen und analogen Peripheriebaugruppen sowie vorverarbeitenden, intelligenten Baugruppen bestückt werden.
SIMATIC-Manager	Der SIMATIC Manager verwaltet alle Daten, die zu einem Automatisierungsprojekt gehören. Die Tools, die zur Bearbeitung der angewählten Daten erforderlich sind, werden automatisch vom SIMATIC Manager gestartet.

Begriff	Beschreibung
STEP®7	Software (STeuerungen Einfach Programmieren) zur Konfigurierung und Programmierung von SIMATIC®-Automatisierungssystemen (Teil der SIMATIC® Industrie Software)
Steuerschnittstelle	8-Byte-Daten für Positions- und Richtungsinformation
Taktsynchronität	Die synchrone Kopplung einer SIMATIC® Automatisierungslösung an den äquidistanten PROFIBUS wird als Taktsynchronität bezeichnet.
TIA Portal®	Totally Integrated Automation Portal Mit SIMATIC® STEP®7 (TIA Portal®) konfiguriert, programmiert, testet und diagnostiziert der Anwender Basic, Advanced und Distributed Controller aller Generationen, ob PLC- oder PC-basiert, incl. Software Controller.
Verhalten bei CPU-STOP	Hiermit kann projektiert werden, wie sich das Modul bei Ausfall der CPU, Kabelbruch etc. verhält: Laufende Positionierung abbrechen oder fortsetzen, Endstufe deaktivieren oder auf Stoppstrom setzen.

16 Stichwortverzeichnis

A

Abmessungen 17
Anschlussarten 29
Asynchron 22
Ausgänge 20
Ausgangsfrequenz / Geschwindigkeit f_{RUN} 61

B

Beschleunigung / Verzögerung a 62
Betriebsarten 19

C

CE-Kennzeichnung 9

D

Datensatzübertragung 8, 19
Drehzahlbetrieb 67

E

EG-Richtlinien 9
Eingänge 20
EMV 13, 15
EMV-Filter 15, 16
EMV-Richtlinie 9
Erwärmung 25

F

Fahrauftrag anhalten 70
Fehlererkennung 19
Feinschritt 76

G

Gewicht 17

H

Halbschritt 75
Handling 12, 28
Heating 25

I

Impulsfreigabe 37
Inbetriebnahme 11
Induktivität 29, 30
Installation 24
Isolation 35

K

Kabel 18

L

Laufstromüberhöhungszeit 78
Leistungsendstufe 6

M

Maximale Frequenz / Geschwindigkeit der Achse f_{MAX} 62
Mikroschritt 7
Motoranschluss 29
Motorzeitkonstante 30

N

Nennspannung 18
Normen 9

P

Parameter im Betrieb ändern 52
Parametrierung 21
Projektierungsübertragung 8

R

Referenzpunkt setzen 68, 69
Resonanzen 75, 76
Rückmeldeschnittstelle 8

S

Schirmung 16
Schnittstellen 20
Schrittauflösung 18
Schrittmaßfahrt absolut 63
Schrittmaßfahrt relativ 64
Schrittmotor 18, 29
Sicherheitshinweise 11, 12, 29
Sicherheitsmaßnahmen 14
Spannungsversorgung 20
STEP®7 7
Steuermeldeschnittstelle 8

T

Temperaturen 13
TIA Portal® 49, 51

V

Vollschritt 74

W Warnhinweise 11

Phytron GmbH
Industriestraße 12 – 82194 Gröbenzell
T+49-8142-503-0 F +49-8142-503-190
www.phytron.de